Theodor Goltz

Enthält folgende Schriften Liebig's:

1) Die Grundsätze der Agrikultur-Chemie
2. durch einen Nachtrag vermehrte Auflage.
Braunschweig 1855. Der Nachtrag führt
den besonderen Titel: Herr Dr. Emil Wolff
und die Agrikultur-Chemie.

2) Ueber Theorie und Praxis in der
Landwirthschaft. Braunschweig 1856.

Die Grundsätze

der

# Agricultur-Chemie.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

# Die Grundsätze

der

# Agricultur-Chemie

mit Rücksicht

auf die in England angestellten Untersuchungen.

---

Von

Justus von Liebig.

---

Zweite,

durch einen Nachtrag vermehrte Auflage.



---

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1855.

Seinem Freunde

Dr. Charles Daubeny in Oxford

dem eifrigen Verbreiter

wissenschaftlicher Grundsätze

in

der Landwirthschaft

widmet dieses kleine Werk

der Verfasser.

München, den 1. April 1855.

# Vorwort.

Die vorliegende Abhandlung, worin ich die Uebereinstimmung der Grundsätze der Agricultur-Chemie mit den praktischen Erfahrungen der Landwirthe, im Besonderen mit den von Herrn Lawes in Rothamsted angestellten Versuchen, nachzuweisen versucht habe, befand sich bereits in Braunschweig im Druck, als ich von Herrn Georg Wigand in Leipzig die Aufforderung erhielt, ihm für seine Zeitschrift für deutsche Landwirthe einen Beitrag zu liefern; dieß veranlaßte mich, im Interesse des Gegenstandes, sie zuerst in dieser Zeitschrift abzudrucken und sie erscheint jetzt in ihrer ursprünglichen Form, mit einigen Erläuterungen und Zusätzen, wodurch sie, wie ich glaube, gewonnen hat.

München, den 1. April 1855.

Justus von Liebig.

# Vorwort

zur

zweiten Auflage.

---

Die vorliegenden „Grundsätze der Agricultur-Chemie" veranlaßten Herrn Dr. E. Wolff in Hohenheim zu einer Entgegnung in der „Zeitschrift für deutsche Landwirthe", die mir Gelegenheit gab, meine Ansichten über die Anwendung der Lehren der Wissenschaft auf die Landwirthschaft durch einige Beispiele zu erläutern; ich wage es zu hoffen, daß die „Grundsätze" dadurch verständlicher geworden sind und wünsche nichts sehnlicher, als daß damit eine immer größere Uebereinstimmung zwischen Wissenschaft und Praxis angebahnt werden möchte.

München, im August 1855.

Justus von Liebig.

Im Begriff, eine neue Ausgabe meines Buches „die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie" zu bearbeiten, sah ich mich veranlaßt, die landwirthschaftlichen Journale seit 1845 durchzugehen, um mich mit den seither gewonnenen Erfahrungen bekannt zu machen. Unter allen bis jetzt erschienenen Arbeiten zeichnen sich diejenigen des Herrn J. B. Lawes in Rothamsted durch den Umfang und die Dauer der von ihm unternommenen Versuche aus, und da das Endresultat derselben, nach seinen Folgerungen, im Widerspruch steht mit den Grundsätzen, welche ich in dem obigen Werke gelehrt habe, so halte ich gerade seine sogenannte praktische Kritik wissenschaftlicher Ansichten für besonders geeignet, als Beispiel zu dienen, um die Landwirthe zu überzeugen, wie nothwendig es sei, eine richtige Methode zur Anstellung von Versuchen zu wählen, wenn diese belehren, eine Ansicht bestätigen oder widerlegen sollen.

Alle Versuche des Herrn Lawes beweisen nämlich das gerade Gegentheil von dem, was sie nach seiner Meinung beweisen sollen, ja ich betrachte sie als ganz unerschütterliche Stützen der Lehre, die sie zu bestreiten ursprünglich bestimmt gewesen sind; es ergeben sich aus den Thatsachen, die er ermittelt hat, so viel wichtige Lehren für den Feldbau und die Düngung der Felder, daß ich sie für die Theorie der Landwirthschaft von ganz besonderem Werthe halte.

Ehe ich diese Versuche einer näheren Betrachtung unterwerfe, halte ich es für nützlich, über die Experimental-Methode und ihre Bedeutung, sowie über das Verhältniß, in welchem der Chemiker zur Landwirthschaft steht, einige Worte vorauszuschicken; das Verhältniß beider wird nämlich in der Regel unrichtig aufgefaßt und es entspringen daraus die seltsamsten Mißverständnisse.

Im Laufe ihrer natürlichen Entwickelung gelangt die Naturforschung zu gewissen Grundsätzen oder Gesetzen, deren Wahrheit, einmal festgestellt und dargethan, keiner weiteren Beweisführung mehr bedarf. Man unterscheidet in dieser Beziehung Vernunftgesetze von Erfahrungsgesetzen. Alle Naturgesetze sind Erfahrungsgesetze, d. h. es sind Wahrheiten, welche durch Beobachtung und Erfahrung festgestellt sind. Daß die Luft schwer ist, d. h. von der Erde angezogen wird, daß ein Körper, wenn er in der Luft verbrennt, sich mit einem Bestandtheil der Luft verbindet, daß das Gewicht einer chemischen Verbindung gleich ist dem Gewicht seiner Bestandtheile, sind Naturgesetze. Das constante Vorkommen der Phosphorsäure, der Alkalien, des Kalks im Blute, in den Organen der Thiere, in den Samen und Säften der Pflanzen, ist ein Naturgesetz. Ebenso, daß die Kohlensäure ein gleiches Volum Sauerstoff enthält, daß sich ein Volum Sauerstoff mit zwei Volumen Wasserstoff verbindet, alles dieß sind Naturgesetze. Es ist klar, daß wenn diese Grundwahrheiten oder Naturgesetze zur Erklärung gewisser Vorgänge in der Industrie, der Agricultur oder in anderen Wissenschaften angewendet werden sollen, so hängt die Einsicht in diese Vorgänge wesentlich ab von der Bekanntschaft mit diesen Vorgängen und dem richtigen Verständniß der Naturgesetze, welche an den Vorgängen Antheil haben.

Wenn eine dieser beiden Bedingungen mangelhaft ist oder fehlt, so kommt man häufig zu Schlüssen, welche im Widerspruch stehen mit den Naturgesetzen, oder welche zu beweisen scheinen, daß dieselben zur Erklärung des Vorganges nicht genügen. Wenn diese Grundsätze angewendet oder die Naturgesetze in Thätigkeit versetzt werden sollen, um eine Erscheinung hervorzubringen, oder, wie man gewöhnlich sagt, einen Versuch zu machen, so hängt das Gelingen des Versuches wesentlich von dem Vorhandensein aller derjenigen Bedingungen ab, auf deren Zusammen- oder Nacheinanderwirkung die Erscheinung beruht. Wenn der Versuch dasjenige Resultat nicht giebt, welches man erwartet, so ist dieß stets ein sicheres Zeichen, daß eine oder die andere Bedingung nicht wirksam gewesen ist oder gefehlt hat; das Mißlingen des Versuches kann niemals als Beweis angesehen werden, daß den Grundsätzen, welche Ausdrücke für Naturgesetze sind, diejenige Wahrheit mangelt, welche durch ganz unbezweifelbare Beweise einmal festgestellt ist.

In gleicher Weise kann das Gelingen eines Versuches niemals als Beweis für die Wahrheit einer Vorstellung angesehen werden, wenn dieselbe im Widerspruch steht mit Naturgesetzen. Daß ein Mensch von einer Ebene aus sich viele tausend Fuß mit großer Geschwindigkeit in die Luft erheben kann, kann nicht als Beweis angesehen werden, daß die Schwere nicht auf ihn wirke; obwohl das Steigen des Luftballons die dem freien Fall der Körper gerade entgegengesetzte Erscheinung ist. Wenn der Versuch dazu dienen soll, um die Wahrheit einer Vorstellung zu prüfen, so muß vor allem erst, wenn er gelingt, erklärt werden, warum er gelungen ist, d. h. es müssen die Bedingungen des Gelingens und ihr Zusammenwirken, den Naturgesetzen gemäß, aufgesucht werden.

Ein Versuch, ganz gleichgültig, ob er gelingt oder mißlingt, ist an sich nur eine nackte Thatsache, welche nichts erklärt, wenn das Gelingen oder Mißlingen nicht in Zusammenhang gebracht ist mit den Naturgesetzen, durch deren Wirkung er bedingt ist.

Es giebt keine Erscheinung, keinen Vorgang in der Natur, keinen Versuch, die sich durch ein einzelnes Naturgesetz erklären ließen, immer wirken mehrere Naturgesetze zusammen, um sie zum Vorschein zu bringen. Um das Steigen des Luftballons zu erklären, muß man vier Naturgesetze kennen. Die Erklärung des Barometers, oder die Erklärung der Abnahme des Siedpunktes von Flüssigkeiten auf hohen Bergen, setzt die Bekanntschaft mit drei Naturgesetzen voraus.

Der Ausdruck für den Zusammenhang aller der Naturgesetze, durch deren Zusammenwirken eine Naturerscheinung, ein Vorgang zum Vorschein gebracht wird, heißt die Theorie der Naturerscheinung.

In der Naturwissenschaft hat das Wort Theorie keine andere Bedeutung, und man kann hieraus entnehmen, wie sehr sich der Begriff der Theorie in diesem Sinne von dem Worte Theorie im gewöhnlichen Sprachgebrauch unterscheidet; in diesem bezeichnet es häufig das gerade Gegentheil von Erfahrung, es bezeichnet oft den Mangel an Bekanntschaft mit Thatsachen oder Naturgesetzen; in dem naturwissenschaftlichen Sinne ist die Theorie die Summe aller Erfahrung, sie beruht auf der genauesten Kenntniß der Thatsachen und Naturgesetze, eben weil sie aus dieser Kenntniß hervorgegangen ist. Daß das Productionsvermögen eines Feldes in geradem Verhältnisse mit den zugeführten mineralischen Nahrungsstoffen steigt oder abnimmt, ist keine Theorie, weil zum Ertrag in der Anzahl und Masse der Pflanzen, welche von

einem Felde geerntet werden, zwei nothwendige Bedingungen gehören, welche in den „mineralischen Nahrungsstoffen" nicht eingeschlossen sind. Eine Theorie ist der Ausdruck aller Bedingungen, keine darf ausgeschlossen sein.

Theoretiker im Sinne der Schulen des vorigen Jahrhunderts giebt es heutzutage in der Physik und Chemie nicht mehr. Man verstand darunter Männer, die, mit einer lebhaften Einbildungskraft versehen, ohne weitere Fragen nach Naturgesetzen zu stellen, eine Naturerscheinung gewissermaßen in ihrem Geiste sich abspiegeln ließen und welche dieses Spiegelbild mit dem Worte Erklärung oder Theorie bezeichneten. Noch heutzutage giebt es solche Männer, aber nur in Fächern, denen eine wissenschaftliche Grundlage fehlt und in denen es theils der Bequemlichkeit, theils wegen mangelnder Logik gestattet ist, mit solchen Spiegelbildern hauszuhalten. Die ganze Physiologie war lange Zeit hindurch getragen von dergleichen Scheintheorien, und der eigentliche Fortschritt derselben datirt erst von der neuesten Zeit an, wo man anfing, sich frei davon zu machen.

Der wahre Theoretiker ist nicht der Advocat einer Meinung, er giebt uns statt einer Erklärung nicht das Bild, was er sich von einer Naturerscheinung oder einem Vorgang in der Natur gemacht hat, sondern er sucht durch Beobachtung und Erfahrung alle diejenigen Bedingungen zu erforschen, welche zusammenwirkten, um die Erscheinung zum Vorschein zu bringen, und er prüft auf dem Wege seiner Forschung einen jeden Schluß, den er macht, oder eine jede Vorstellung, die ihn leitet, durch den Versuch. Wenn er alle Bedingungen kennt, so zeigt er, immer durch das Experiment, daß er durch ihr Zusammenwirken in der richtigen Zeit die Erscheinung nach seinem Willen hervorbringen kann, nicht

einmal oder zehnmal, sondern so oft er will und immer mit demselben Erfolg.

Alle seine Erfolge hängen ab von der steten Beachtung aller Naturgesetze; wenn er sich von diesen allein und nicht von bloßen Vorstellungen leiten läßt, so sagt ihm bei einer richtigen Methode das Experiment immer die Wahrheit und ist der treue Führer und Wegweiser seines Geistes; es sagt ihm, daß er sich geirrt habe oder daß er sich auf dem rechten Wege befinde.

Wenn man mit Praxis Erfahrung bezeichnet, so muß der theoretische Chemiker ein erfahrener Mann sein, er muß praktisch die Naturgesetze, er soll praktisch die Wege sie zu erforschen und die Grundsätze ihrer Anwendung kennen.

Die Theorie umfaßt die Lehre von den Naturgesetzen und die Regeln und Grundsätze, die sich an ihr Zusammenwirken knüpfen; Praxis heißt die Anwendung der Lehre, die Ausübung der Regeln und Grundsätze.

Die meisten Methoden der Gewinnung chemischer Producte in der Industrie, den Gewerben, oder die Verbesserung derselben, wie z. B. die Fabrikation der Schwefelsäure, der Seife, des Glases, die Gewinnung von Metallen aus ihren Erzen, verdankt man Chemikern, die sich praktisch mit der Erforschung der Naturgesetze und der Regeln und Grundsätze, worauf ihre Erzeugung beruhte, das heißt, mit der Theorie ihrer Erzeugung beschäftigt haben, ohne jemals selbst in der Fabrikation thätig gewesen zu sein, ohne ein einziges Pfund Seife oder Glas für den Handel producirt zu haben. Männer wie Davy, Gay-Lussac, Berzelius, Chevreul, waren oder sind Theoretiker, aber dabei praktische Chemiker in der strengsten Bedeutung, Praktiker in ihrer Wissenschaft. Der technische Chemiker, der die Theorie der verschiedenen Fa-

brikationen kennt, lehrt, wie man ihre Regeln und Grundsätze in besonderen Fällen richtig anwendet.

Der Fabrikant und Gewerbtreibende wendet von den vielen tausenden von Naturgesetzen, welche die wissenschaftliche Chemie einschließt, eine kleine Zahl zur Erzeugung von Gegenständen des Handels an; sein Rathgeber in besonderen Fällen ist der technische Chemiker, der den Fall zum Gegenstand seiner Untersuchungen macht oder gemacht hat.

Der Preis oder Handelswerth der Stoffe und Materialien, welche in den chemischen Processen und in den Fabrikationen eine Rolle übernehmen, ist kein Gegenstand der Naturforschung und kann deshalb von dem theoretischen Chemiker in seine Lehren nicht eingeschlossen werden. Dieser Preis ist der Hauptfactor, der den Erzeuger oder Handelsmann in der Wahl der mannigfaltigen Wege und Mittel der Ausübung der Regeln, d. h. in der Praxis, zur Hervorbringung seiner Producte bestimmt. Dieser Factor wechselt in's Unendliche nach den Ländern und Orten, er ist abhängig von äußeren Dingen, von Verbindungsmitteln (Wege, Eisenbahnen, Canäle), und die eigentliche Praxis des Producenten, welcher unter allen Umständen Arbeitskraft und Rohmaterialien kaufen und sein Erzeugniß vortheilhaft verwerthen muß, besteht hiernach nicht nur in der richtigen Ausübung wissenschaftlicher Principien, sondern in der geeigneten Wahl derjenigen Mittel und Wege, die ihm gestatten, seine Producte in der kürzesten Zeit in größter Menge und zu dem niedrigsten Preise zu erzeugen.

Welches Verfahren er auch wählen mag, so ist vollkommen gewiß, daß er zur Erreichung dieses Zweckes in keinerlei Weise und in keinerlei Umständen den Naturgesetzen, Grundsätzen und Regeln, welche die Theorie lehrt, zuwider-

handeln darf, weil die vortheilhafte Production nur nach diesen Regeln und Grundsätzen möglich ist und ein Abweichen davon gewisse Theile der Ausführung der Operationen und im Ganzen die Zeit der Erzeugung oder die Menge oder Beschaffenheit der Handelswaare benachtheiligt.

Da der Producent Kaufmann und Ausüber von wissenschaftlichen Grundsätzen zu gleicher Zeit ist, so versteht man, daß das Maximum des Nutzens, den ein Geschäft, ein Fabrikations- oder Gewerbszweig abwirft, wesentlich in der Vereinigung zweier Talente liegt. Mit einem Manne, dessen kaufmännisches Talent ausgezeichnet und ebenso groß wie seine Bekanntschaft mit wissenschaftlichen Principien und seine technische Geschicklichkeit ist, kann in gleicher Lage und Verhältnissen kein anderer concurriren, welcher beide Fähigkeiten in einem minder günstigen Verhältnisse in sich vereinigt. Es ist klar, daß eine überwiegend kaufmännische Geschicklichkeit, im Verein mit Ordnung und Sparsamkeit, den Mangel an wissenschaftlichen Kenntnissen in einem oft hohen Grade decken kann, daß aber die größte wissenschaftliche Begabung die kaufmännischen Erfordernisse nicht zu ersetzen vermag. Ich kenne Fabrikanten, die mit ganz schlechten Fabrikationsmethoden mit dem größten Vortheile arbeiten und ihr Geschäft jährlich erweitern, während andere sehr wissenschaftliche Männer in gleicher Lage zu Grunde gehen, weil sie, ohne Sinn für Ordnung und ohne vertraut mit den Verkaufswaaren zu sein, den Werthen der Zeit und der Arbeitskraft keinen Zahlenausdruck zu geben, weil sie mit einem Worte nicht zu rechnen verstehen. Man sieht dies nur allzu häufig und es flößt diese Erscheinung gar Vielen die Vorstellung ein, daß es in der Industrie eigentlich auf wissenschaftliche Kenntnisse nur wenig ankomme. Diese Ideen finden sich am häufigsten

bei den Landwirthen, welche dabei vergessen, daß nicht das Capital, sondern der menschliche Geist erwirbt, der es in richtiger Weise in Bewegung setzt, und daß Kenntnisse und wissenschaftliche Grundsätze der Erwerb von vielen Tausenden von menschlichen Intelligenzen sind, die zu ebenso vielen geschickten und bereitwilligen Dienern seines eigenen Geistes werden, wenn man sie sich zu eigen macht.

Man wird hieraus entnehmen, daß ein praktischer Chemiker (worunter ich keinen Gewerbtreibenden verstehe) weder ein theoretischer, noch ein praktischer oder ein unpraktischer Landwirth oder Fabrikant sein kann, weil er überhaupt gar kein Landwirth oder Fabrikant ist.

Die Aufsuchung der Mittel und Wege zur Gewinnung eines durch die chemischen Kräfte oder Naturkräfte überhaupt darstellbaren Productes setzt voraus die Bekanntschaft mit den Eigenschaften und dem Verhalten aller derjenigen in der Natur vorkommenden Materien, die sich zur Erzeugung desselben darbieten. Der Chemiker sucht sie auf und stellt alle diejenigen zusammen, die sich für den beabsichtigten Zweck eignen, ohne in seinen Untersuchungen sich durch den ihm unbekannten Factor des Preises leiten zu lassen, weil er weiß, daß eine Methode der Fabrikation, welche heute im Großen des Preises wegen nicht ausführbar, morgen vielleicht nicht nur möglich ist, sondern denkbarer Weise auch alle anderen bis dahin üblichen verdrängen kann.

Die Eigenschaft, organische Farben zu zerstören, welche dem Anschein nach den verschiedensten Materien zukommt, führt der Chemiker auf die Wirkung des Sauerstoffs zurück, er zeigt, daß die Luft, das Sonnenlicht und die Feuchtigkeit in ihrer Wirkung durch Chlorgas, Bleichkalk, durch Chromsäure, durch eine Mischung von rothem Blutlaugensalz und Aetzkali

vertreten werden können. Die organischen Farben können durch eine jede dieser Mischungen zerstört werden, aber sie haben einen sehr ungleichen Preis, und sie können sich dieses Factors wegen in den verschiedenen Bleichprocessen nicht vertreten. Daraus folgt natürlich nicht, daß das eine Mittel vor dem anderen in besonderen Fällen nicht Vorzüge hat, und daß das kostspieligste in diesem Falle wegen seines besonderen chemischen Charakters nicht das wohlfeilste verdrängt, wie wir dieß von dem Zeugdruck kennen.

So war die Anwendung der Chromsäure als Oxydationsmittel, des Phosphors zu Feuerzeugen, der Stearinsäure zu Kerzen, der Schwefelsäure zur Scheidung des Goldes vom Silber, des Glaubersalzes zur Glasfabrikation wissenschaftlich dargethan, lange zuvor ehe man daran denken konnte, sie zur Hervorbringung industrieller Producte vortheilhaft zu gebrauchen. Wären aber die Eigenschaften und das Verhalten dieser Körper und ihre Fähigkeit, zu diesem Zwecke zu dienen, durch die Arbeiten der Chemiker nicht bekannt gewesen, so würde schwerlich jemals ein Gewerbtreibender darauf gekommen sein, sie zur günstigen Zeit in Anwendung zu bringen. Diejenigen unter ihnen, welche zuerst und vor Anderen Gebrauch davon machten, haben in der Regel auch den größten Nutzen daraus gezogen; es sind dieß die eigentlich praktischen Männer, welche, die Lehre kennend, die Wege suchen und auffinden, um sie nutzbringend zu machen. Diejenigen, welche im gewöhnlichen Leben praktische Männer heißen, sind in der Regel solche, die dieß unbedingt nicht können, weil sie die wissenschaftliche Lehre nicht kennen, die sie für unproductiv halten, geringschätzen oder verachten; aber ein solcher Mann ist denn doch eigentlich nur ein Arbeiter, der

nach einem Recepte arbeitet, ganz gleichgültig, ob er es sich selbst giebt oder von Anderen erhalten hat.

Der wahre Praktiker leitet für wechselnde Fälle, in Uebereinstimmung mit der Theorie, die er kennt und die seine Sinne schärft und seinen Geist leitet, das ihm vortheilhafteste Verfahren ab; er macht die ungünstigsten Verhältnisse in der kürzesten Zeit und mit dem geringsten Aufwand von Mitteln günstiger für seine Zwecke.

Die vorstehenden Bemerkungen dürften vielleicht geeignet sein, den Standpunkt der Chemie und des Chemikers zur Agricultur und zum Landwirth in ein richtigeres Verhältniß zu setzen, als dieß gewöhnlich geschieht, und wenn der Chemiker in der Beurtheilung von landwirthschaftlichen Dingen Fehler und Verstöße begeht, so darf man sie ihm nicht allzu hoch anrechnen, weil er seine Schlüsse in diesen Fällen auf Thatsachen begründen muß, die er nicht aus eigener Erfahrung kennen kann, sondern aus landwirthschaftlichen Schriften als wahr und zuverlässig entnimmt.

Zur näheren Beurtheilung über die Anwendung der Chemie auf die Landwirthschaft erlaube ich mir, ehe ich auf die Versuche und Meinungen des Herrn Lawes eingehe, meine Ansichten, so wie sie aus meinem Buche sich folgern lassen, in einigen kurzen Sätzen vorauszuschicken.

Dem Wachsen einer Pflanze geht voraus ein Keim, ein Samenkorn; die Landpflanze bedarf einen Boden; ohne die Atmosphäre, ohne Feuchtigkeit wächst die Pflanze nicht. Die Worte Boden, Atmosphäre und Feuchtigkeit sind nicht Bedingungen an sich, es giebt Kalk-, Thon-, Sandboden, Boden aus Granit, aus Gneis, aus Thonschiefer, aus Glimmerschiefer entstanden, ganz verschieden in ihrer Beschaffenheit und Mischung. Das Wort Boden ist ein

Sammelwort für eine ganze Anzahl von Bedingungen; der fruchtbare Boden enthält sie in dem für die Ernährung des Gewächses richtigen Verhältniß, in dem unfruchtbaren Boden fehlen einige dieser Bedingungen. Ebenso umfassen die Worte Dünger, Atmosphäre, eine Mehrheit von Bedingungen; der Chemiker, mit den ihm zu Gebote stehenden Mitteln, analysirt alle Bodenarten, er analysirt den Dünger, die atmosphärische Luft und das Wasser, er zerlegt die Sammelworte, welche die Summe der Bedingungen ausdrücken, in die Anzahl der einzelnen Bedingungen und substituirt diese in seinen Auseinandersetzungen den Sammelworten. In diesem Verfahren liegt, wie man sieht, nichts Hypothetisches. Wenn es als eine ganz ausgemachte Wahrheit gilt, daß der Boden, die Atmosphäre, das Wasser, der Dünger Einfluß üben auf das Wachsthum der Pflanze, so ist es eben so unzweifelhaft, daß dieß lediglich durch ihre Bestandtheile geschieht; diese ihre Eigenschaften und ihr Verhalten dem, der sich mit der Cultur der Gewächse beschäftigt, vor Augen zu legen, dieß ist die Aufgabe des Chemikers.

1) Die Pflanzen empfangen im Allgemeinen ihren Kohlenstoff und Stickstoff aus der Atmosphäre, den Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure, den Stickstoff in der Form von Ammoniak. Das Wasser (und Ammoniak) liefert den Pflanzen ihren Wasserstoff; der Schwefel der schwefelhaltigen Bestandtheile der Gewächse stammt von Schwefelsäure her.

2) Auf den verschiedensten Bodenarten, in den verschiedensten Klimaten, in der Ebene oder auf hohen Bergen gebaut, enthalten die Pflanzen eine gewisse Anzahl von Mineralsubstanzen, und zwar immer die nämlichen, deren Natur und Beschaffenheit sich aus der Zusammensetzung ihrer Asche

ergiebt; diese Aschenbestandtheile waren Bestandtheile des Bodens; alle fruchtbaren Bodenarten enthalten gewisse Mengen davon, in keinem Boden, worauf Pflanzen gedeihen, fehlen sie.

3) In den Producten des Feldes wird in den Ernten die ganze Quantität der Bodenbestandtheile, welche Bestandtheile der Pflanzen geworden sind, hinweggenommen und dem Boden entzogen; vor der Einsaat ist der Boden reicher daran als nach der Ernte; die Zusammensetzung des Bodens ist nach der Ernte geändert.

4) Nach einer Reihe von Jahren und einer entsprechenden Anzahl von Ernten nimmt die Fruchtbarkeit der Felder ab. Beim Gleichbleiben aller übrigen Bedingungen ist der Boden allein nicht geblieben was er vorher war; die Aenderung in seiner Zusammensetzung ist die wahrscheinliche Ursache seines Unfruchtbarwerdens.

5) Durch den Dünger, den Stallmist, die Excremente der Thiere und Menschen wird die verlorene Fruchtbarkeit wiederhergestellt.

6) Der Dünger besteht aus verwesenden Pflanzen- und Thierstoffen, welche eine gewisse Menge Bodenbestandtheile enthalten. Die Excremente der Thiere und Menschen stellen die Asche der im Leibe der Thiere und Menschen verbrannten Nahrung dar, von Pflanzen, die auf den Feldern geerntet wurden. Der Harn enthält die im Wasser löslichen, die Fäces die darin unlöslichen Bodenbestandtheile der Nahrung. Der Dünger enthält die Bodenbestandtheile der geernteten Producte des Feldes; es ist klar, daß durch seine Einverleibung im Boden dieser die entzogenen Mineralbestandtheile wiedererhält; die Wiederherstellung seiner ursprünglichen Zusammensetzung ist begleitet von der

Wiederherstellung seiner Fruchtbarkeit; es ist gewiß, eine der Bedingungen der Fruchtbarkeit war der Gehalt des Bodens an gewissen Mineralbestandtheilen. Ein reicher Boden enthält mehr davon als ein armer Boden.

7) Die Wurzeln der Pflanzen verhalten sich in Beziehung auf die Aufnahme der atmosphärischen Nahrungsmittel ähnlich wie die Blätter, d. h. sie besitzen wie diese das Vermögen, Kohlensäure und Ammoniak aufzusaugen und in ihrem Organismus auf dieselbe Art zu verwenden, wie wenn die Aufnahme durch die Blätter vor sich gegangen wäre.

8) Das Ammoniak, welches der Boden enthält oder was demselben zugeführt wird, verhält sich wie ein Bodenbestandtheil; in gleicher Weise verhält sich die Kohlensäure.

9) Die Pflanzen- und Thierstoffe, die thierischen Excremente gehen in Fäulniß und Verwesung über. Der Stickstoff der stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben verwandelt sich in Folge der Fäulniß und Verwesung in Ammoniak, ein kleiner Theil des Ammoniaks verwandelt sich in Salpetersäure, welche das Product der Oxydation (der Verwesung) des Ammoniaks ist.

10) Wir haben allen Grund, zu glauben, daß in dem Ernährungsproceß der Gewächse die Salpetersäure das Ammoniak vertreten kann, d. h. daß der Stickstoff derselben zu denselben Zwecken in ihrem Organismus verwendet werden kann wie der des Ammoniaks.

11) In dem thierischen Dünger werden demnach den Pflanzen nicht nur die Mineralsubstanzen, welche der Boden liefern muß, sondern auch die Nahrungsstoffe, welche die Pflanze aus der Atmosphäre schöpft, zugeführt. Diese Zufuhr ist eine Vermehrung derjenigen Menge, welche die Luft enthält.

12) Die nicht gasförmigen Nahrungsmittel, welche der Boden enthält, gelangen in den Organismus der Pflanzen durch die Wurzeln; der Uebergang derselben wird vermittelt durch das Wasser, durch welches sie löslich werden und Beweglichkeit empfangen. Manche lösen sich in reinem Wasser, die anderen nur in Wasser, welches Kohlensäure oder ein Ammoniaksalz enthält.

13) Alle diejenigen Materien, welche die an sich im Wasser unlöslichen Bodenbestandtheile löslich machen, bewirken, wenn sie in dem Boden enthalten sind, daß dasselbe Volum Regenwasser eine größere Menge davon aufnimmt.

14) Durch die fortschreitende Verwesung der im thierischen Dünger enthaltenen Pflanzen- und Thierüberreste entstehen Kohlensäure und Ammoniaksalze; sie stellen eine im Boden thätige Kohlensäurequelle dar, welche bewirkt, daß die Luft in dem Boden und das in demselben vorhandene Wasser reicher an Kohlensäure werden, als ohne ihre Gegenwart.

15) Durch den thierischen Dünger wird den Pflanzen nicht nur eine gewisse Summe an mineralischen und atmosphärischen Nahrungsmitteln dargeboten, sondern sie empfangen durch denselben auch in der durch seine Verwesung sich bildenden Kohlensäure und den Ammoniaksalzen die unentbehrlichen Mittel zum Uebergange der im Wasser für sich unlöslichen Bestandtheile, in derselben Zeit eine größere Menge, als ohne Mitwirkung der verwesbaren organischen Stoffe.

16) In warmen trockenen Jahren empfangen die Pflanzen durch den Boden weniger Wasser, als unter gleichen Verhältnissen in nassen Jahren; die Ernte in verschiedenen Jahren steht damit im Verhältniß. Ein Feld von derselben Beschaffenheit liefert in regenarmen Jahren einen geringeren Ertrag,

er steigt in regenreicheren, bei gleicher mittlerer Temperatur bis zu einer gewissen Grenze mit der Regenmenge.

17) Von zwei Feldern, von denen das eine mehr Nahrungsstoffe zusammengenommen enthält wie das andere, liefert das daran reichere auch in trockenen Jahren, unter sonst gleichen Verhältnissen, einen höheren Ertrag als das ärmere.

18) Von zwei Feldern von gleicher Beschaffenheit und gleichem Gehalt an Bodenbestandtheilen, von denen das eine aber in verwesbaren Pflanzen- (oder Dünger-) Bestandtheilen außerdem eine Kohlensäurequelle enthält, liefert das letztere auch in trockenen Jahren einen höheren Ertrag als das andere.

Die Ursache dieser Verschiedenheit oder Ungleichheit im Ertrag beruht auf der ungleichen Zufuhr der Bodenbestandtheile in Quantität und Qualität, welche die Pflanze in gleichen Zeiten von dem Boden empfängt.

19) Alle Widerstände, welche die Löslichkeit und Aufnahmsfähigkeit der im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe der Gewächse hindern, heben in demselben Verhältniß deren Fähigkeit auf, zur Ernährung zu dienen, d. h. sie machen die Nahrung wirkungslos. Eine gewisse physikalische Beschaffenheit des Bodens ist eine nothwendige Vorbedingung zur Wirksamkeit der darin vorhandenen Nahrung. Der Boden muß der atmosphärischen Luft und dem Wasser Zutritt und den Wurzelfasern die Möglichkeit gestatten, sich nach allen Richtungen zu verbreiten und die Nahrung aufzusuchen. Der Ausdruck tellurische Bedingungen bezeichnet den Inbegriff aller von der physikalischen Beschaffenheit und Zusammensetzung des Bodens abhängigen, für die Entwickelung der Pflanzen nothwendigen Bedingungen*).

*) Nach einem vortrefflichen Artikel der Allgemeinen Augsburger Zeitung, Beilage 301 vom 28. October 1854, scheint Manchem die Frage,

20) Alle Pflanzen ohne Unterschied bedürfen zu ihrer Ernährung Phosphorsäure, Schwefelsäure, die Alkalien, Kalk-, Bittererde, Eisen; gewisse Pflanzengattungen Kieselerde; die an dem Strande des Meeres und

---

ob der Dünger nur die physikalischen Kräfte des Bodens steigere oder ob er auch zur Ernährung diene, noch einer Lösung zu bedürfen. Der Ausdruck „physikalische Kräfte" macht die Antwort hierauf schwierig, weil man nicht weiß, was darunter gemeint ist. Die Theile, woraus die Ackerkrume besteht, besitzen eine Menge Eigenschaften und darunter auch physikalische, womit man diejenigen bezeichnet, die wir mit unseren Sinnen wahrnehmen, wie Farbe, Dichtigkeit, Porosität, festen oder lockeren Zusammenhang ꝛc. Zu den anderen Eigenschaften der Ackerkrume, welche man mit den Sinnen nicht wahrnimmt, gehören die chemischen Eigenschaften, worunter man die Eigenschaften versteht, welche die chemische Verbindung oder Zersetzung begleiten. Der Mangel oder das Vorhandensein der physikalischen Eigenschaften hindert oder befördert die Aeußerung der chemischen Eigenschaften, oder die Vorgänge der chemischen Verbindung und Zersetzung; aber an und für sich bringen sie keine Wirkungen hervor. Unter Ernährung einer Pflanze versteht man die Zunahme ihrer Masse in ihren Theilen. Zunahme an Masse ist Gewichtsvermehrung, welche nur durch Aufnahme von wägbaren Theilen statthaben kann. Ein Körper trägt zur Ernährung einer Pflanze bei, heißt, er trägt, indem er zu einem Bestandtheil eines Organs oder der Organe wird, durch seine eigene Masse dazu bei, daß das Gewicht der Pflanze zunimmt. Man sieht leicht, daß die physikalischen Eigenschaften der Materie an sich an der Ernährung keinen directen Antheil haben; ein Boden kann von der besten physikalischen Beschaffenheit und dennoch ganz unfruchtbar sein; um ernährungsfähig zu sein, muß er Materien von gewissen chemischen Eigenschaften enthalten und seine physikalischen Eigenschaffen müssen gestatten, daß die chemischen sich äußern können. Wenn der Boden durch seinen Zusammenhang den Wurzeln eine Verbreitung nicht gestattet, so kann die Wurzel nicht zu der Materie gelangen, die sie zur Ernährung braucht; wenn er dem Wasser keinen Zutritt gestattet, so können sich die ernährenden Materien der Wurzel nicht zubewegen. Ein

im Meere wachsenden Pflanzen Kochsalz, Natron, Jodmetalle. In mehreren Pflanzengattungen können die Alkalien zum Theil durch Kalk- und Bittererde, und diese umgekehrt durch Alkalien vertreten werden. Alle diese Stoffe sind einbegriffen in der Bezeichnung mineralische Nahrungsmittel; atmosphärische Nahrungsmittel sind Kohlensäure und Ammoniak. Das Wasser dient zur Nahrung und zur Vermittelung des Ernährungsprocesses.

21) Die für eine Pflanze nothwendigen Nahrungsstoffe sind gleichwerthig, d. h. wenn eines von der ganzen Anzahl fehlt, so gedeiht die Pflanze nicht.

22) Die für die Cultur aller Pflanzengattungen geeigneten Felder enthalten alle für diese Pflanzengattungen nothwendigen Bodenbestandtheile; die Worte fruchtbar oder reich, unfruchtbar oder arm drücken das relative Verhältniß dieser Bodenbestandtheile in Quantität oder Qualität aus.

Unter qualitativer Verschiedenheit versteht man den ungleichen Zustand der Löslichkeit, oder Uebergangsfähigkeit der mineralischen Nahrungsmittel in den Organismus der Pflanzen, welcher vermittelt wird durch das Wasser.

Von zwei Bodenarten, welche gleiche Mengen mineralischer Nahrungsmittel enthalten, kann die eine fruchtbar (als reich), die andere unfruchtbar sein (als arm angesehen werden), wenn in der letzteren diese Bestandtheile nicht

---

Stück Fleisch besitzt, wie Jedermann weiß, ernährende Eigenschaften, aber es ernährt nicht durch seine physikalischen Eigenschaften, Farbe, Härte der Faser, Zusammenhang, sondern weil seine eigenen Theile fähig sind, zu Theilen des lebendigen Körpers zu werden. Wenn man ein Stück Fleisch auf den Bauch legt, so bringt es keine Wirkungen hervor, es muß durchaus in dem Magen flüssig werden und in den Kreislauf übergehen.

frei, sondern in einer chemischen Verbindung sich befinden. Ein Körper, der sich in chemischer Verbindung befindet, setzt, in Folge der Anziehung seiner anderen Bestandtheile, einem zweiten, der sich damit zu verbinden strebt, einen Widerstand entgegen, der überwunden werden muß, wenn beide sich verbinden sollen.

23) Alle für die Cultur geeigneten Bodenarten enthalten die mineralischen Nahrungsmittel der Pflanzen in diesen zweierlei Zuständen. Alle zusammen stellen das Capital, die frei löslichen den flüssigen beweglichen Theil des Capitals dar.

24) Einen Boden durch geeignete Mittel, aber ohne Zufuhr von mineralischen Nahrungsmitteln verbessern, bereichern, fruchtbarer machen, heißt einen Theil des todten, unbeweglichen Capitals, das ist die chemisch gebundenen Bestandtheile, frei, beweglich und verwendbar für die Pflanzen machen.

25) Die mechanische Bearbeitung des Feldes hat den Zweck, die chemischen Widerstände im Boden zu überwinden, die in chemischer Verbindung befindlichen, mineralischen Nahrungsmittel frei und verwendbar zu machen. Dieß geschieht durch Mitwirkung der Atmosphäre, der Kohlensäure, des Sauerstoffs und Wassers. Die Wirkung heißt Verwitterung. Stehendes Wasser im Boden, welches der Atmosphäre den Zugang zu den chemischen Verbindungen verschließt, ist Widerstand gegen die Verwitterung.

26) Brachzeit heißt die Zeit der Verwitterung. Während der Brache wird dem Boden durch die Luft und das Regenwasser Kohlensäure und Ammoniak zugeführt. Letzteres bleibt im Boden, wenn Materien darin vorhanden sind, welche es binden, d. h. die ihm seine Flüchtigkeit nehmen.

27) Ein Boden ist fruchtbar für eine gegebene Pflan-

zengattung, wenn er die für diese Pflanze nothwendigen mineralischen Nahrungsstoffe in gehöriger Menge, in dem richtigen Verhältniß und in der zur Aufnahme geeigneten Beschaffenheit enthält.

28) Wenn dieser Boden durch eine Reihe von Ernten, ohne Ersatz der hinweggenommenen mineralischen Nahrungsmittel, unfruchtbar für diese Pflanzengattung geworden ist, so wird er nach einem oder einer Anzahl von Brachjahren wieder fruchtbar für diese Pflanzengattung, wenn er neben den löslichen und hinweggenommenen Bodenbestandtheilen eine gewisse Summe derselben Stoffe im unlöslichen Zustande enthielt, welche während der Brachzeit durch mechanische Bearbeitung und Verwitterung löslich geworden sind. Durch die sogenannte Gründüngung wird diese Wirkung in kürzerer Zeit erzielt.

29) Ein Feld, worin diese mineralischen Nahrungsmittel fehlen, wird durch Brachliegen und mechanische Bearbeitung nicht fruchtbar.

30) Die Steigerung der Fruchtbarkeit eines Feldes durch die Brache und die mechanische Bearbeitung und Hinwegnahme der Bodenbestandtheile in den Ernten, ohne Ersatz derselben, hat in kürzerer oder längerer Zeit eine dauernde Unfruchtbarkeit zur Folge.

31) Wenn der Boden seine Fruchtbarkeit dauernd bewahren soll, so müssen ihm nach kürzerer oder längerer Zeit die entzogenen Bodenbestandtheile wieder ersetzt, d. h. die Zusammensetzung des Bodens muß wieder hergestellt werden.

32) Verschiedene Pflanzengattungen bedürfen zu ihrer Entwickelung dieselben mineralischen Nahrungsmittel, aber in ungleicher Menge oder in ungleichen Zeiten. Einige Culturpflanzen müssen Kieselsäure in löslichem Zustande im Boden vorfinden.

33) Wenn ein gegebenes Stück Feld eine gewisse Summe aller mineralischen Nahrungsmittel in gleicher Menge und in geeigneter Beschaffenheit enthält, so wird dieses Feld unfruchtbar für eine einzelne Pflanzengattung, wenn durch eine Aufeinanderfolge von Culturen ein einzelner dieser Bodenbestandtheile (z. B. lösliche Kieselerde) soweit entzogen ist, daß seine Quantität für eine neue Ernte nicht mehr ausreicht.

34) Eine zweite Pflanze, welche diesen Bestandtheil (die Kieselerde z. B.) nicht bedarf, wird, auf demselben Felde gebaut, eine oder eine Reihenfolge von Ernten zu liefern vermögen, weil die anderen ihr nothwendigen mineralischen Nahrungsmittel in einem zwar geänderten Verhältnisse (nicht mehr in gleicher Menge), aber für ihre vollkommene Entwickelung ausreichender Menge vorhanden sind. Eine dritte Pflanzengattung wird nach der zweiten auf dem nämlichen Felde gedeihen, wenn die zurückgelassenen Bodenbestandtheile für den Bedarf einer Ernte ausreichen; und wenn während der Cultur dieser Gewächse eine neue Quantität des fehlenden Bestandtheils (der löslichen Kieselerde) durch Verwitterung wieder löslich geworden ist, so kann auf demselben Felde beim Vorhandensein der anderen Bedingungen die erste Pflanze wieder cultivirbar sein.

35) Auf der ungleichen Menge und Beschaffenheit der mineralischen Nahrungsmittel und dem ungleichen Verhältniß, in dem sie zur Entwickelung der verschiedenen Pflanzengattungen dienen, beruht die Wechselwirthschaft und die Verschiedenheit des Fruchtwechsels in verschiedenen Gegenden.

36) Das Wachsen einer Pflanze, ihre Zunahme an Masse und ihre vollkommene Entwickelung in einer gegebenen Zeit, bei Gleichheit aller Bedingungen, steht in Verhältniß zur Oberfläche der Organe, welche bestimmt sind, die Nahrung

aufzunehmen. Die Menge der aus der Luft aufnehmbaren Nahrungsstoffe ist abhängig von der Anzahl und der Oberfläche der Blätter, die der aus dem Boden aufnehmbaren Nahrung von der Anzahl und Oberfläche der Wurzelfasern.

37) Wenn während der Blatt- und Wurzelbildung zwei Pflanzen derselben Gattung eine ungleiche Menge Nahrung in derselben Zeit dargeboten wird, so ist ihre Zunahme an Masse ungleich in dieser Zeit, sie ist größer bei derjenigen Pflanze, welche in dieser Zeit mehr Nahrung empfängt, die Entwickelung derselben wird beschleunigt. Dieselbe Ungleichheit in der Zunahme zeigt sich, wenn den beiden Pflanzen die nämliche Nahrung in derselben Menge, aber in einem verschiedenen Zustande der Löslichkeit dargeboten wird.

Durch Darbietung der richtigen Menge aller zur Ernährung eines Gewächses nothwendigen atmosphärischen und tellurischen Nahrungsmittel in der gehörigen Zeit und Beschaffenheit wird ihre Entwickelung in der Zeit beschleunigt. Die Bedingungen der Zeitverkürzung ihrer Entwickelung sind die nämlichen wie die zu ihrer Zunahme an Masse.

38) Zwei Pflanzen, deren Wurzelfasern eine gleiche Länge und Ausdehnung haben, gedeihen weniger gut neben einander oder nach einander, als zwei Pflanzen, deren Wurzeln, von ungleicher Länge, ihre Nahrung aus ungleicher Tiefe und Ebene des Bodens empfangen.

39) Die zum Leben einer Pflanze nöthigen Nahrungsstoffe müssen in einer gegebenen Zeit zusammenwirken, wenn sie zur vollen Entwickelung in dieser Zeit gelangen soll. Je rascher sich eine Pflanze in der Zeit entwickelt, desto mehr Nahrung bedarf sie in dieser Zeit, die Sommerpflanze mehr wie die perennirenden Gewächse.

40) Wenn einer der zusammenwirkenden Bestandtheile

des Bodens oder der Atmosphäre fehlt oder mangelt oder die zur Aufnahme geeignete Beschaffenheit nicht besitzt, so entwickelt sich die Pflanze nicht oder in ihren Theilen nur unvollkommen.

Der fehlende oder mangelnde Bestandtheil macht die anderen vorhandenen wirkungslos, oder vermindert ihre Wirksamkeit.

41) Wird der fehlende oder mangelnde Bestandtheil dem Boden zugesetzt oder der vorhandene unlösliche löslich gemacht, so werden die anderen wirksam.

Durch den Mangel oder die Abwesenheit eines nothwendigen Bestandtheils, beim Vorhandensein aller anderen, wird der Boden unfruchtbar für alle diejenigen Gewächse, welche diesen Bestandtheil zu ihrem Leben nicht entbehren können. Der Boden liefert reichliche Ernten, wenn dieser Bestandtheil in richtiger Menge und Beschaffenheit zugesetzt wird. Bei Bodenarten von unbekanntem Gehalt an mineralischen Nahrungsmitteln geben Versuche mit den einzelnen Düngerbestandtheilen Mittel ab, um Kenntniß von der Beschaffenheit des Feldes und dem Vorhandensein der anderen Düngerbestandtheile zu erlangen. Wenn z. B. der phosphorsaure Kalk wirksam ist, d. h. den Ertrag eines Feldes erhöht, so ist dies ein Zeichen, daß derselbe gefehlt hat oder in zu geringer Menge vorhanden war, während an allen übrigen kein Mangel war. Hätte einer von den anderen nothwendigen Bestandtheilen ebenfalls gefehlt, so würde der phosphorsaure Kalk keine Wirkung gehabt haben.

42) Die Wirksamkeit aller Bodenbestandtheile zusammengenommen in einer gegebenen Zeit, ist abhängig von der Mitwirkung der atmosphärischen Nahrungsmittel in eben dieser Zeit.

43) Die Wirksamkeit der atmosphärischen Nahrungsmittel in der Zeit ist abhängig von der Mitwirkung der Bodenbestandtheile in eben dieser Zeit, beim Vorhandensein der Bodenbestandtheile und ihrer geeigneten Beschaffenheit steht die Entwickelung der Pflanzen im Verhältniß zu der Menge der dargebotenen und aufgenommenen atmosphärischen Nahrungsmittel. Das Verhältniß der Menge und der Beschaffenheit der mineralischen Nahrungsmittel (ihres Zustandes der Aufnahmefähigkeit) im Boden und die Abwesenheit oder das Vorhandensein der Hindernisse ihrer Wirksamkeit (physikalische Beschaffenheit) erhöht oder vermindert die Anzahl und Masse der auf einer gegebenen Fläche cultivirbaren Pflanzen. Der fruchtbare Boden entzieht in den darauf wachsenden Pflanzen der atmosphärischen Luft mehr Kohlensäure und Ammoniak als der unfruchtbare; diese Entziehung steht im Verhältniß zu seiner Fruchtbarkeit und ist nur begrenzt durch den begrenzten Gehalt an Kohlensäure und Ammoniak in der Luft.

44) Bei gleicher Zufuhr der atmosphärischen Bedingungen des Wachsthums der Pflanzen stehen die Ernten in geradem Verhältniß zu den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsmitteln.

45) Bei gleichen tellurischen Bedingungen stehen die Ernten im Verhältniß zu der Menge der durch die Atmosphäre und den Boden zugeführten atmosphärischen Nahrungsmittel. Wenn den im Boden vorhandenen wirksamen mineralischen Nahrungsmitteln Ammoniak und Kohlensäure zugesetzt werden, so wird seine Ertragsfähigkeit erhöht.

Die Vereinigung der tellurischen und atmosphärischen Bedingungen und ihr Zusammenwirken in der richtigen Menge,

Zeit und Beschaffenheit bedingen das Maximum des Ertrages.

46) Die Zufuhr einer größeren Menge atmosphärischer Nahrungsmittel (mittelst Ammoniaksalze, Humus), als die Luft darbietet, erhöht die Wirksamkeit der vorhandenen mineralischen Nahrungsmittel in einer gegebenen Zeit. In derselben Zeit wird alsdann von gleicher Fläche mehr geerntet, in einem Jahre möglicher Weise soviel als in zwei Jahren ohne diesen Ueberschuß.

47) In einem an mineralischen Nahrungsmitteln reichen Boden kann der Ertrag des Feldes durch Zufuhr von denselben Stoffen nicht erhöht werden.

48) In einem an atmosphärischen Nahrungsstoffen reichen Felde kann der Ertrag durch Zufuhr derselben Stoffe nicht gesteigert werden.

49) Von einem an mineralischen Nahrungsmitteln reichen Felde lassen sich in einem Jahre oder in einer Reihenfolge von Jahren durch Zufuhr und Einverleibung von Ammoniak allein, oder von Humus und Ammoniak, reichliche Ernten erzielen, ohne allen Ersatz der in den Ernten hinweggenommenen Bodenbestandtheile. Es hängt alsdann die Dauer dieser Erträge ab von dem Vorrathe, der Menge und Beschaffenheit der im Boden enthaltenen mineralischen Nahrungsmittel. Die fortgesetzte Anwendung dieser Mittel bewirkt eine Erschöpfung des Bodens.

50) Wenn nach dieser Zeit der Boden seine ursprüngliche Fruchtbarkeit wieder erhalten soll, so müssen ihm die in der Reihe von Jahren entzogenen Bodenbestandtheile wieder zugeführt werden. Wenn der Boden in zehn Jahren zehn Ernten geliefert hat, ohne Ersatz der hinweggenommenen Bodenbestandtheile, so müssen ihm diese in der zehnfachen

Quantität im elften Jahre wiedergegeben werden, wenn derselbe seine Fähigkeit wiedererhalten soll, eine gleiche Anzahl von Ernten zu liefern.

Die vorausgehenden funfzig Sätze knüpfen sich an einen einzigen Satz, daß nämlich die Ernährung, das Wachsthum und die Entwickelung der Pflanze von der Aufnahme gewisser Materien abhängig ist, welche durch sich selbst, durch ihre Masse eine Wirkung äußern. Diese Wirkung steht deshalb in gewissen Grenzen, im geraden Verhältniß zu ihrer Masse und im umgekehrten Verhältniß zu den Widerständen, die ihre Wirkung hindern. Wird dieser Satz, dessen Wahrheit keinem Zweifel unterworfen sein kann, angenommen, so lassen sich alle funfzig Sätze daraus folgern, wenn man den Verhältnissen der Quantität die Worte arm oder reich, fruchtbar oder unfruchtbar, und ihrer Wirkung die Worte Fruchtbarkeit, Ertrag, Ernte ꝛc. substituirt.

Wer sich die Mühe nimmt, mein Buch mit einiger Aufmerksamkeit durchzulesen, wird leicht die einzelnen Sätze auffinden, bis auf Nro. 14, auf welche ich zurückkommen werde.

Was die Wahrheit der entwickelten Ansichten betrifft, so kennt man die Wirkung der Thierexcremente, der Abfälle von Pflanzen und von Thierstoffen seit undenklicher Zeit; die ersten Beobachtungen über die Wirkung des Ammoniaks hat, wie ich glaube, Herr Davy gemacht (s. S. 67 meines Buches). Die Untersuchung der Processe der Fäulniß und Verwesung thierischer Materien (s. meine Abhandlung in den Annalen d. Chem. u. Ph. Bd. XXX, S. 250. 339), sowie die Beobachtung des constanten Vorkommens des Ammoniaks in der Luft und im Regenwasser, führte mich zu dem Schlusse, daß den Pflanzen als Nahrung nicht mehrere, sondern nur eine einzige Stickstoffverbindung von der Natur dargeboten werde,

daß das Ammoniak die einzige wirklich bekannte Stickstoffverbindung sei, und daß alle übrigen Stickstoffverbindungen nur in so fern wirken, als sie fähig sind, durch ihre Zersetzung im Dünger oder Boden Ammoniak auszugeben *).

Daß der Humus bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft eine Kohlensäurequelle darstelle, war durch de Saussure längst dargethan. Seltsamer Weise hat de Saussure bis zu seinem Tode die Wirkung des Humus als eine Kohlensäurequelle geleugnet und Beweise für die sogenannte Humustheorie (Ann. d. Chem. u. Ph. Bd. XLII, S. 275) aufgesucht.

Auf die Wirkung des Humus als Kohlensäurequelle, als Auflösungsmittel des phosphorsauren Kalks und der alkalischen Erden, habe ich zuerst (1851) in meinen chemischen Briefen,

*) Was man im Jahre 1840 von dem Ammoniak als der Stickstoffquelle der Pflanzen wußte, dürfte sich vielleicht mit mehr Bestimmtheit aus einem Briefe entnehmen lassen, den mir Herr Boussingault — eine nicht bestreitbare Autorität in diesem Felde — am 8. Mai 1840 schrieb: „Herr Pelouze theilte mir mit, daß Sie in dem Regenwasser kohlensaures Ammoniak gefunden haben und daß Sie damit den nützlichen Einfluß des Gypsens erklären; ich theile Ihre Ansicht und sehe darin überdieß die einflußreichste Quelle des Stickstoffs der Ernten, eine Quelle, die ich vergeblich gesucht habe und die ich einfach in die Atmosphäre verlegte, ohne sie genauer bezeichnen zu können." Zu den isolirten Beobachtungen über Ammoniak in der Luft kann noch die Wahrnehmung von Scheele gerechnet werden, welcher (Opuscul. II, 273) fand, daß sich an den Mündungen in Zimmern aufbewahrter Flaschen mit Salzsäure oder Schwefelsäure, Ammoniaksalze bildeten. Ferner sah de Saussure (A. Gehlen II, 691) der freien Luft dargebotene schwefelsaure Thonerde in Ammoniakalaun übergehen; ebenso fand Collard de Martigny verdünnte Schwefelsäure, auf einem Dache zu Paris der Luft dargeboten, ammoniakhaltig werden (Journ. de chem. médicale III, 316); ich selbst fand vor 26 Jahren (Ann. de chem. et de physique XXXV, 329) in 17 Regenfällen von 77, Salpetersäure an Ammoniak gebunden.

Seite 625 (3. Aufl. Anmerkung), aufmerksam gemacht (14. Satz). Boussingault beschäftigte sich später (1852) mit der Bestimmung der Kohlensäure in der Luft der Ackerkrume, und er fand, daß im frisch gedüngten Boden diese Luft häufig 400mal mehr Kohlensäure enthält als die atmosphärische Luft.

Die Löslichkeit des phosphorsauren Kalks in schwefelsaurem Ammoniak habe ich S. 158 meines Buches erwähnt. Kuhlmann spricht sich (Comptes rendus XVII, p. 1118 bis 1130) mehrere Jahre später folgendermaßen darüber aus: „Um die Wirkung der Ammoniaksalze vollständig zu beurtheilen, ist es nöthig, darauf hinzudeuten, daß sie den Uebergang der Salze in die Pflanzen befördern. Phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Magnesia, Kieselerde können sich unter Mitwirkung des kohlensauren Ammoniaks etwas im Wasser lösen und absorbirbar werden. — Jeder Boden enthält kohlensauren Kalk, welcher selten frei von Alkali ist, und dieser wird unter dem Einflusse der Sonnenwärme den Salmiak und das schwefelsaure Ammoniak zerlegen, wodurch lösliche Kalksalze und kohlensaures Ammoniak entstehen. — So stellen sich also die Ammoniaksalze nicht nur als die Hauptträger des Stickstoffs für die Pflanzen, sondern auch als die Mittel dar, den Uebergang der für das Pflanzenleben unbedingt nothwendigen Salze für die Pflanze zu erleichtern. Kein Wunder also, daß sie so günstig wirken." — Der Zustand der Löslichkeit oder der Aufnahmsfähigkeit der mineralischen Düngmittel hat, wie ich in meinem Buche darzuthun versuchte, den größten Einfluß auf ihre Wirksamkeit, und es liegt darin z. B. der Grund, daß der harte, dichte, nicht poröse Apatit bei gleichem Gewichte eine viel geringere Wirkung in der Zeit äußert als gebrannte Knochen, und daß die Wirkung der letzteren in der Zeit in

so hohem Grade zunimmt, wenn durch Zumischung von Schwefelsäure ihre Löslichkeit erhöht ist.

Alle diese Verhältnisse zusammengenommen, machen die Beurtheilung des Werthes eines Düngmittels so schwierig, weil es in einer gewissen Form scheinbar unwirksam, in einer anderen im hohen Grade wirksam ist.

Was die Nothwendigkeit der Alkalien, der alkalischen Erden, der Phosphorsäure, der Schwefelsäure für alle Gewächse, der Kieselerde für die Cerealien betrifft, so sind bereits in Pollstorf's, des Fürsten Salm-Horstmar-Magnus, Wolf's und anderen Untersuchungen ganz bestimmte und genügende Beweise vorhanden. Kein Chemiker, kein Pflanzenphysiologe, kurz kein Mann der Wissenschaft, der den Thatsachen ihren logischen Ausdruck zu geben versteht, bezweifelt die Wahrheit dieser Lehre; sie ist bekanntlich noch nicht alt, denn noch im Jahre 1840 betrachtet Dumas in seiner Statique chimique des êtres organisés, sich offenbar auf die Versuche von de Saussure stützend, die Gegenwart derselben in den Pflanzen für zufällig.

Ueber die Ansichten, welche Sprengel über diese Substanzen und ihren Antheil im Pflanzenleben hatte, habe ich mich in den Annalen d. Chem. u. Ph. Bd. XXXVII, S. 226 ausgesprochen. Das Wichtigste, was man von dem Vorkommen der Mineralbestandtheile und ihre Bedeutung, ja Alles, was man überhaupt über chemische Pflanzenphysiologie und Agriculturchemie vor 1840 mit einiger Zuverlässigkeit wußte, knüpft sich an die Untersuchungen de Saussure's (Recherches sur la végétation) und an das Werk von Davy, denen ich volle Rechnung getragen habe. Was davon bis dahin in die botanischen und landwirthschaftlichen Werke überging, ist nur ein sehr dürftiger Auszug dieser bewundernswürdigen Ar-

beiten. Der Nutzen der Holzaschen als Düngmittel ist länger bekannt, schon Hales (Vegetable Statik's etc. Lond. 1727.) spricht sich vor 127 Jahren darüber weitläuftig aus.

Ich habe in den Jahren 1845 bis 1849 über die Wirkung der einzelnen mineralischen Düngmittel eine Reihe von Versuchen, in ziemlich großem Maßstab, auf einem Stücke Feld von 16 heff. Morgen (etwa 10 engl. Acres) angestellt, welches ich von der Stadt Gießen zu diesem Zwecke erwarb. Frühere Versuche, die ich in meinem Garten in der Stadt anstellte, blieben ohne alles Resultat; was ich auch thun und anwenden mochte, ich war nicht im Stande, irgend eine bemerkliche Wirkung von einer meiner Mischungen wahrzunehmen. Der einzige Grund, den ich als die Ursache dieser scheinbaren Wirkungslosigkeit auffand, war die Zusammensetzung meines Gartenbodens, der an sich durch vorhergehende Cultur und Düngung so reich an diesen Stoffen geworden war, daß der verhältnißmäßig geringe Zusatz von mineralischen Düngmitteln gegen die Masse, die im Boden vorhanden war, ganz und gar verschwand. Dieß veranlaßte mich zu dem Ankauf des bemerkten Stücks, einer Sandgrube östlich von der Stadt, welches ich vor allen in der ganzen Umgebung ausgezeichnet fand durch die beinahe vollkommene Unfruchtbarkeit für die gewöhnlichen Culturpflanzen; ich glaube nicht, daß in einem ganzen Jahr von selbst so viel Gras und Futterkräuter darauf wuchsen, daß man ein einziges Schaf damit hätte erhalten können. Der Boden ist zum Theil ein loser Sand, zum Theil besteht er aus mehr oder weniger grobem Quarzgerölle und aus einigen Streifen von Sand mit etwas Lehm.

Ich hatte mit dem Boden eine Anzahl von Blumenscherben gefüllt und Korn, Gerste und rothen Klee eingesäet und die Erde mit verschiedenen Düngstoffen einzeln versetzt; keiner

davon brachte die Pflanzen bis über die Blüthe hinaus. Dieses Feld hatte demnach die geeignete Beschaffenheit für meine Zwecke.

Die Herren Schwarzenberg u. Comp. in Ringkuhl bei Cassel hatten die Gefälligkeit, mir nach gegebenen Vorschriften eine Quantität Mineraldünger in ihrer Sodafabrik zu bereiten, welcher auf dem Felde gleichförmig verbreitet wurde, bis auf ein Stück Weinberg von etwa 2000 Stöcken, von welchen jeder einzelne, beim Einlegen mit der umgebenden Erde gemischt, ein viertel Pfund erhielt. Es wurden auf den verschiedenen bezeichneten Feldern Weizen, Roggen, Gerste, Klee, Kartoffeln, Rüben, Mais, Topinambur cultivirt, einige kleine Versuchsfelder empfingen gleichzeitig Sägespäne, ein Stück Stalldünger allein, ein anderes eine Mischung von Mineraldünger mit derselben Menge Stalldünger. Außer der Portion Stalldünger, die für diesen Zweck verwendet wurde, kam kein ammoniakalisches Düngmittel, keine thierische Substanz auf den kleinen Feldercomplex. Von zwei Stücken empfing das eine mehrere Wagenladungen Walderde aus einem nahen Walde, das andere eine Mischung von Walderde mit Mineraldünger.

Mehrere der ausgezeichnetsten Landwirthe in der Gegend, darunter Herr v. Firnhaber, waren der Meinung, daß es nicht gelingen könne, auf diesem Boden Weizen oder Klee zu erziehen, und die Urtheile dieser Männer über mein Unternehmen sind mir noch heute im Gedächtniß. Ich hatte im ersten Jahre nur auf einen geringen Ertrag gerechnet, der Boden war, ehe er in meinen Besitz kam, nie in Cultur gewesen; aber so mittelmäßig, ja schlecht die Ernte auch ausfiel, sie übertraf doch das, was ich eigentlich erwartete. Es mußte eine Reihe von Jahren vergehen, ehe die Bestandtheile des Düngers in den

Zustand der Lösung übergegangen und sich in der Ackerkrume verbreitet hatten. Die Gerste stand auf dem mit Mineraldünger und Walderde gedüngten Felde besser als auf dem anderen; auf dem Felde, welches Sägespäne erhalten hatte, waren die Pflanzen ebenfalls größer und kräftiger; das mit Stallmist und Mineraldünger gedüngte Feld lieferte eine Weizenernte ebenso reich als auf einem der besten Felder in der Nachbarschaft. Ich wurde durch die Wirkung der Sägespäne, der organischen Substanz der Walderde und des Stalldüngers zuerst über die eigentliche Wirkung des Humus und der verwesenden Substanzen im Boden (s. Nr. 14) aufgeklärt und sah meine früheren Ansichten darüber berichtigt und vervollständigt. Die Ernte von Rüben, Klee und Kartoffeln genügte übrigens noch nicht zur Erhaltung einer Kuh; von den Früchten wurde nur das Korn und ein Theil der Kartoffeln ausgeführt. Ich komme vielleicht später auf die Beschreibung der einzelnen Beobachtungen zurück und bemerke hier nur soviel, daß ohne Zufuhr von irgend einem Dünger von außen im zweiten Jahr alle Feldfrüchte besser standen und einen weit höheren Ertrag lieferten; und diese Fruchtbarkeit nahm steigend zu, so daß die Felder im vierten Jahre die Bewunderung aller derer erregten, welche den ursprünglichen Zustand und die Beschaffenheit der Felder kannten.

Ich hatte Gelegenheit, meine kleinen Felder dem Herrn Geheimerath v. Beckedorf, Präsident des Landes-Oekonomie-Collegiums in Berlin, sowie dem Herrn Regierungsrath Reuning, welcher durch seine Stellung in Dresden einen so segensreichen Einfluß auf die sächsische Landwirthschaft ausübt, vier Jahre nach der Anlage zu zeigen, und ich erinnere mich mit Befriedigung an das lebhafte Interesse, welches sie meinen Versuchen zuwandten. Im Jahre 1849 übernahm mein ehe-

maliger Gärtner Kappes käuflich die ganze Anlage, und der fleißige Mann, welcher nicht die Mittel hat, Dünger zu kaufen, wirthschaftet mit Erfolg auf dem jetzt ganz wohl beschaffenen kleinen Gute; er ist im Stande, unterstützt durch eine kleine Kaffee- und Bierwirthschaft in den Sommermonaten, seinen und seiner Familie Lebensunterhalt darauf zu gewinnen, er hält zwei Kühe, zieht jährlich mehrere Rinder und hat soviel erworben, daß er seine Gebäulichkeiten erweitern konnte; Alles ohne Ammoniak und Humus, bloß durch Mineraldünger. Ueber die Wirkung desselben im Jahr 1853 schrieb mir ein Landwirth aus der Umgegend (Aubel in Wiseck) Folgendes: „Bei uns ist der Körnerertrag sehr wenig, auf der Höhe (das Stück kennt man in Gießen unter dem Namen Liebig's Höhe) haben wir von 1 Fuder Roggen 12 Simmer Körner geerntet; ich habe von 3 Fuder vom besten Roggen nur 10 Simmer bekommen; würden Sie es sehen, Sie würden erstaunen, ja es ist merkwürdig."

Erst nach Verlauf von etwa vier Jahren kamen nach und nach die dem Boden einverleibten mineralischen Nahrungsmittel in Wirksamkeit, und es werden diese Felder voraussichtlich ihre Fruchtbarkeit bewahren, wenn denselben eine der Ausfuhr in den verkauften Feldfrüchten entsprechende Menge Bodenbestandtheile jährlich wieder ersetzt wird.

Die Wirkung der einzelnen Düngerbestandtheile zeigte sich auf eine ganz in die Augen fallende, in manchen Fällen ganz wunderbare Weise. Der Mangel oder Ueberschuß des phosphorsauren Kalks, der Alkalien für die Wurzelgewächse, der alkalischen Erden für den Klee, des kieselsauren Alkalis für die Cerealien konnte in dem Wachsthum dieser Pflanzen deutlich wahrgenommen werden. Die Versuchsfelder erschienen

gleich der Schrift auf den Blättern eines Buches, deren Verständniß auch dem ganz Unkundigen einleuchtend wurde.

Ich habe allen Grund, zu glauben, daß durch die organischen Ueberreste, welche von den geernteten Feldfrüchten auf den Feldern verblieben, in Folge ihrer Verwesung und der Wirkung der aus ihrem kohlenstoffhaltigen Bestandtheile entstehenden Kohlensäure, aus dem Boden selbst noch mineralische Nahrungsmitttel in Wirksamkeit kamen, welche vorher keine Wirkung hatten. Seitdem der jetzige Eigenthümer in Besitz trat, wurde der Stalldünger und die im Hause gewonnenen thierischen Excremente, namentlich der Harn, auf's sorgfältigste gesammelt, und es versteht sich ganz von selbst, daß diese Stoffe dem Boden wieder einverleibt wurden. Diese 16 Morgen Feld verhielten sich in den darauf erzielten Pflanzen als wahre Condensatoren von Kohlenstoff und Stickstoff, und ich halte mich für vollkommen berechtigt, aus meinen Versuchen den Schluß zu ziehen, daß in den gewöhnlichen Wirthschaften, vorausgesetzt, daß man dem Boden die geeignete Beschaffenheit und Zusammensetzung giebt, nach und nach eine solche Menge Ammoniak angesammelt werden kann, daß es mehr als hinreicht, um, im Verhältniß zu den vorhandenen Bodenbestandtheilen, diesen das für jedes Feld entsprechende Maximum an Wirksamkeit zu geben, was natürlich nicht ausschließt, daß man durch Vermehrung der mineralischen und atmosphärischen Nahrungsmittel im Boden einen erreichbar weit höheren Ertrag erzielen kann.

Meine Versuche, die mir eine Ausgabe von 8000 Gulden (den Unterschied der ganzen Ausgabe und des Verkaufspreises) verursachten, beweisen zwar, daß die Fruchtbarmachung eines unfruchtbaren Feldes, wenn dessen Unfruchtbarkeit von einem Mangel an wirksamen Bestandtheilen und nicht von

einer ungeeigneten physikalischen Beschaffenheit herrührt, zu Ausgaben nöthigt, welche mehr als der Ankauf des fruchtbarsten Feldes betragen, allein in dieser Beziehung hatte ich mich keiner Täuschung hingegeben; was ich erreichen wollte, war dieses Opfer wohl werth; was ich erreicht habe, war die unerschütterliche Ueberzeugung, daß für die Landwirthschaft eine Zeit kommen muß, wo man sie als eine Kunst nach wissenschaftlichen Principien, wie eine jede andere Fabrikation, und nicht nach Recepten betreiben wird. Für meine Person erlangte ich durch diese Versuche das volle Bewußtsein, daß meine Lehre keine wesentlichen Irrthümer in sich einschließe und daß sie, richtig angewendet, auch in der Praxis sich bewähren müsse; ich erlangte dadurch die Ruhe, ihren Erfolg in der Zeit abzuwarten.

Auf der Landwirthschaft ruht jetzt noch ein Zwang, der unerkannt Allem, was die Wissenschaft lehren mag, den Zugang verschließt. Dieser Zwang ist die Wechselwirthschaft. Der Landwirth kann nicht immer bauen was er soll, oder was er vorzugsweise bauen möchte, sondern er ist häufig genöthigt, einen großen Theil seiner Felder mit Gewächsen zu bestellen, um mittelst eines ihm oft unnützen und beschwerlichen Viehstandes Dünger für die Getreidefelder, für die Erzielung seiner verkaufbaren Producte zu erzeugen. Eine Masse von Werthen in Feldern, in Arbeit und Geld wird durch diese lebendigen Düngerfabriken vernichtet.

Eine der wissenschaftlichen Landwirthschaft würdige Aufgabe in unserer Zeit ist, an die Stelle des Wechsels mit Gewächsen einen Wechsel mit den geeigneten Düngmitteln zu setzen, durch welchen der Landwirth in Stand gesetzt ist, auf jedem seiner Felder diejenigen Feldfrüchte zu ziehen, deren Verwerthung für ihn je nach seiner Lage und

seinen Zwecken am vortheilhaftesten ist. Wie unendlich einfach würden sich die Arbeiten des Landwirths gestalten, wenn es ihm gelänge, auf demselben Felde ohne Aufhören dieselbe Pflanze zu cultiviren.

Um diese Idee zu verwirklichen, für welche sich vor sieben Jahren Herr Joshua Walmesley, früher Maire in Liverpool und Parlamentsglied, auf's wärmste interessirte, schlug ich damals den englischen Landwirthen vor, sich mit mir zu einer Reihe von Versuchen zu vereinigen. Die Herren Muspratt u. Comp. in Liverpool unterzogen sich mit Bereitwilligkeit und bedeutenden Opfern der Darstellung von Zusammensetzungen, welche, auf die Analysen der Pflanzenaschen gestützt, berechnet waren, eine Reihe von Jahren hindurch eine und dieselbe Pflanzengattung mit den ihr nothwendigen Mineralbestandtheilen zu versehen. Die Absicht war, zu ermitteln, ob sich unter diesen Umständen auf dem Felde unausgesetzt die nämliche Pflanze cultiviren lasse, ohne Abnahme der Fruchtbarkeit des Feldes. Es war ganz unmöglich, die Wirksamkeit dieser Mineraldünger in der Zeit voraus zu wissen, oder für jedes Feld festzusetzen. Zur Ermittelung aller dieser Fragen, die sich an die Wirkung in der Zeit knüpften, mußten die Erfolge dieser Versuche selbst abgewartet werden, und ich war fest entschlossen, mit einer Anzahl von Landwirthen in verschiedenen Ländern die Versuche durchzuführen, welche ich später allein unternahm.

Jedermann kennt den Erfolg dieser Versuche, welche noch heute in den Werken landwirthschaftlicher Schriftsteller, seltsamer Weise, als eine mißglückte Speculation figuriren*).

*) Herr A. von Versen, praktischer Landwirth, spricht sich hierüber in seinem Werke „Die Natur in ihrem Walten, Danzig 1854" folgendermaßen aus: „Wir wollen dem Manne der Wissenschaft hiermit nicht

Ohne nur irgend Kenntniß zu nehmen von der Beschaffenheit der Felder, erwartete man Erfolge, die kein Dünger in der Welt realisirt; man sah sich in diesen Erwartungen getäuscht. Aber ich selbst war der am meisten Getäuschte; ich hatte gewagt, zu glauben, daß die von mir auseinandergesetzten Grundsätze Wurzel in der Landwirthschaft gefaßt hätten. Meine Lehre hatte aber nur Leben in den Lehrern, ohne sie, ohne die Bemühungen Stöckhardt's und Anderer wären die Landwirthe so hülflos wie zuvor; was die meisten Landwirthe Lehre nennen, bewegt sich um die dunklen unklaren Begriffe von den Boden bereichernden, schonenden, erschöpfenden, starkangreifenden Gewächsen!! Ich weiß nicht, ob und wie weit man dem wissenschaftlichen Ziele näher gekommen wäre, welches vielleicht nicht erreichbar, und der localen Verhältnisse wegen vielleicht nicht einmal für Alle gleich

---

etwa nachreden, daß er die Menschheit hat täuschen wollen." Derselbe Herr von Versen, welcher eine so vortheilhafte Meinung von mir den Lesern seines Buches beibringt, wandte sich mit der liebenswürdigsten Naivetät mit der Bitte an mich, ihm meine Ansicht über den Werth desselben mittheilen zu wollen. Diese Art Bücher sind sich einander sehr ähnlich; ich habe darinnen sehr viele Auszüge aus meinen Büchern und aus anderen guten Werken gefunden, Grund genug, zu behaupten, daß es viel Gutes enthalte. Mehrere Irrthümer hätte er mit einiger Aufmerksamkeit vermeiden können, einen davon erlaube ich mir hier zu berichtigen. Seite 92 sagt er Folgendes: „Liebig sagt in seinen chemischen Briefen, daß in dem Leibe derjenigen Menschen, welche geistig viel arbeiten, stets weniger Phosphor vorgefunden werde als in anderen, welche bloß ihre physischen Kräfte verwenden, indem durch das Denken Phosphor consumirt werde; er meint endlich, ohne Phosphor keine Gedanken." Zufällig gehört nämlich die Ehre der Erfindung, daß Phosphor im Gehirne sei, nicht mir, sondern Herrn Dr. Moleschott an, und ich habe in meinen chemischen Briefen erklärt, S. 553, daß sie falsch sei und durch keine einzige Thatsache begründet werden könne.

möglich ist; aber die Wichtigkeit der Lehre selbst, die vollkommene Gewißheit über die Wirkung der einzelnen Düngerbestandtheile, nach ihrer Beschaffenheit und Form, in ihrem Wechsel nach der geologischen und klimatischen Beschaffenheit der Felder, diese kann nicht überschätzt werden. Wenn von den großen Summen, welche durch die landwirthschaftlichen Vereine jährlich zusammenfließen und die in der Mehrheit der Fälle ganz ohne bestimmte und bestimmbare Erfolge verwendet werden, ein kleiner Theil in den verflossenen zehn Jahren zu wohl durchdachten Versuchen in dieser Richtung verwendet worden wäre, so könnte man jetzt um einen guten Schritt diesem Ziele näher sein.

Wenn man erwägt, daß die Zuckerfabrik in Waghäusel allein jährlich 600,000 Pfund Kalisalze in den Handel bringt, welche von den Feldern der badischen Rübenpflanzer stammen, ohne ersetzt zu werden, daß man in Norddeutschland Jahr vor Jahr mit Hülfe von Guano eine außerordentliche Masse Kartoffeln zieht, lediglich für die Spiritusfabrikation, und daß außer den Bestandtheilen des Guano diesen Kartoffelfeldern keiner von den in den Knollen enthaltenen anderen Bestandtheilen wieder zugeführt wird, so kann man über den endlichen Zustand der Felder nicht zweifelhaft sein. Der Vorrath von diesen anderen Bodenbestandtheilen mag noch so groß sein, er ist erschöpfbar.

Ich fühle ganz, daß zum Können das Wissen nicht ausreicht, und daß zum eigentlichen Voranbringen einer Wissenschaft nur eine neue Generation geschickt ist. In wenigen Jahrzehenden wird es anders sein. Die eingewurzelten Irrthümer wirken immer als Widerstände, welche stärker und mächtiger sind als eine neue Wahrheit. Was Einer sucht, kann er zuletzt nur finden auf einem und zwar dem richtigen

Wege, und wenn er beharrlich einen anderen, wenn er den falschen geht, wie läßt sich hoffen, daß er an das Ziel gelange!

Möchten die tüchtigen und wackeren Lehrer der Agriculturchemie den nöthigen Muth sich bewahren; denn der Mensch verhält sich in Beziehung zur geistigen Nahrung nicht anders wie eine Pflanze; so wie diese ihre Nahrung nicht concentrirt, sondern unendlich verdünnt mit Wasser von der Natur empfangen muß, wenn sie gedeihen soll, so ist es mit dem Geiste des Menschen; eine abstracte Wahrheit wirkt nur dann auf die Sinne und die Gemüther, wenn sie gehörig verdünnt, nach allen Richtungen gekehrt, das Innere nach außen gewendet, mit Kleidung, Schmuck und Putz versehen, ihnen dargeboten wird; zuletzt ist sie immer dem keimenden Samen eines Baumes gleich, den der Wind oder ein Vogel in eine Felsenspalte trägt; in ihr liegt, wie in diesem, eine wunderbar organische Kraft, welche allmälig alle Widerstände besiegt, wie die Wurzeln des zum Baume gewordenen Samenkorns den schwersten Felsen heben; und wie der alte Sinnspruch spricht — Alles ohne Lärm, denn das was wächst, macht keinen Lärm.

Ich hatte mich seit der letzten Ausgabe meines Buches in den Jahren 1846 bis 1850 Untersuchungen in der physiologischen und Thierchemie, über die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Vegetabilien, über das Fleisch, über die Ursachen der Bewegung der Säfte in Pflanzen und Thieren, welche seither erschienen sind, zugewendet, die mich so in Anspruch nahmen, daß ich die Landwirthschaft ganz aus dem Gesicht verlor, und obwohl mir Herr Lawes seine Versuche regelmäßig zusandte, so nahm ich doch ebensowenig wie von anderen in ähnlicher Richtung Notiz davon, ich begnügte

mich, in einer neuen Ausgabe meiner chemischen Briefe einige Worte darüber zu sagen und glaubte die Sache damit abgemacht. Im Jahre 1851 erschien eine neue Abhandlung von Herrn Lawes, in welcher er auf seine früheren Versuche zurückkommt und die Richtigkeit seiner Schlüsse, obwohl jetzt in einem sehr beschränkten Sinne, fortwährend behauptet; da ich nun wahrnehme, daß dieselben in deutsche Werke über Landwirthschaft übergegangen sind, und ich jede Art von Polemik in der Bearbeitung der neuen Auflage meines Buches vermeiden möchte, so hielt ich es für angemessener, sie in einer besonderen Schrift zu beleuchten.

Die Abhandlungen des Herrn Lawes, auf welche ich mich beziehe, erschienen in dem Journal of the Royal Agricultural Society of England, Vol. VIII. Part I. und Vol. XII. Part I.; er sagt im letzteren Bande S. 2: „In dem Verlauf unserer Untersuchung haben uns alle unsere Resultate Meinungen aufgedrängt, welche sehr verschieden in einigen wichtigen Punkten von denen des Professors Liebig sind, im Besonderen in Beziehung auf seine sogenannte Mineraltheorie, welche verkörpert ist in der folgenden Sentenz Seite 211 der dritten Ausgabe seines Werkes über Agriculturchemie, worin er sagt: „„Der Ertrag eines Feldes steigt oder fällt in geradem Verhältniß zu den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsstoffen““ (Seite 275 der 6. deutschen Auflage).“

Der letzte Satz, welcher meine sogenannte Mineraltheorie enthalten soll, ist aus dem Zusammenhange einer Reihe von Sätzen gerissen und hat im Buche eine ganz andere Bedeutung, als wie die, welche ihm von Herrn Lawes beigelegt wird. Diese Sätze heißen, Seite 274: „Es ist hiernach vollkommen gewiß, daß der Ertrag unserer Felder an Stickstoff

nicht im Verhältniß zu der im Dünger zugeführten Stickstoffmenge steigt, daß wir durch Zufuhr stickstoffreichen Düngers durch **Ammoniaksalze allein** die Ertragsfähigkeit der Felder nicht zu steigern vermögen, daß hingegen ihr Productionsvermögen mit den **im Dünger** zugeführten mineralischen Nahrungsstoffen steigt und abnimmt."

Es ergiebt sich, wie man sehen wird, daß Herr Lawes in den ersten Jahren seiner Versuche nur diesen einzigen Satz vor Augen hatte, und ich will glauben, daß er keinen anderen Satz aus meinem Buche kannte, und diesen einen Satz hat er gänzlich mißverstanden.

In den citirten Sätzen ist der Ertrag der Felder verglichen mit dem Verhältniß der im Dünger (inclusive Mineralsubstanzen) zugeführten stickstoffhaltigen Bestandtheile und mit den im Dünger (inclusive Stickstoffverbindungen) zugeführten Mineralsubstanzen.

Die Worte in dem obigen Satze durch Ammoniaksalze allein und dann **im Dünger** zeigen, daß ich nicht daran dachte, Ammoniak und Kohlensäure im Dünger auszuschließen. Nach Herrn Lawes' Vorstellung hätte ich mit Auslassung des Wortes Dünger sagen müssen, daß hingegen ihr Productionsvermögen mit den zugeführten mineralischen Nahrungsstoffen steigt und abnimmt, was ich nicht gesagt habe.

Der Sinn der Sätze in meinem Buche ist: daß Ammoniaksalze allein keine Wirkung hätten, daß sie, um wirksam zu sein, begleitet sein müßten von den Mineralsubstanzen, und daß die Wirkung immer im Verhältniß stehe — nicht zum Ammoniak — sondern zu den Mineralsubstanzen.

Das folgende Schema wird meine Meinung verdeutlichen:

| Ammoniak. | Mineralsubst. | Ertrag. |
|---|---|---|
| Ueberschuß. | keine. | kein. |
| Ueberschuß. | wenig. | wenig. |
| Ueberschuß. | mehr. | mehr. |
| Ueberschuß. | Maximum. | Maximum. |
| **Mineralsubst.** | **Ammoniak.** | **Ertrag.** |
| Ueberschuß. | kein. | Mittel. |
| Ueberschuß. | wenig. | voll. |
| Ueberschuß. | mehr. | Maximum. |
| Ueberschuß. | Maximum. | nicht mehr. |

Herr Lawes kommt in seinen Versuchen mit dem Weizen zu dem Schlusse:

1) daß die Mineralbestandtheile des Weizens für sich die Fruchtbarkeit des Feldes nicht zu steigern vermögen;

2) daß der Ertrag an Korn und Stroh eher im Verhältniß stehe zu dem zugeführten Ammoniak.

Man wird aus der Beleuchtung seiner Versuche, wie ich glaube, die volle Ueberzeugung gewinnen, daß sie diesen Behauptungen nicht nur widersprechen, sondern daß seine Versuche auch die strengsten Beweise sind für die Meinung, die ich in den obigen Sätzen ausgesprochen habe und die Herr Lawes widerlegt zu haben glaubt.

Den ersten seiner Schlüsse, daß nämlich „der Ertrag eines Feldes an Korn und Stroh nicht im Verhältniß stehe zu der Menge der zugeführten mineralischen Nahrungsmittel", sucht er durch folgende Versuche zu beweisen:

Das Weizenfeld, welches zu diesen Versuchen diente, umfaßte 14 Acres; es wurde eingetheilt in eine Anzahl gleicher

Stücke; ein Stück davon blieb ungedüngt, ein anderes wurde mit 14 Tonnen Stalldünger jedes Jahr gedüngt, die übrigen empfingen verschiedene Arten und Mengen künstlicher Düngmittel.

Das Resultat siebenjähriger Versuche (siehe Vol. VIII, p. 19. 21. 24) war: daß das mit Stalldünger gedüngte Feld einen um die Hälfte höheren Ertrag gab als das ungedüngte, daß aber auf den mit den mannigfaltigsten Mischungen von Knochenerde, Knochen mit Schwefelsäure, phosphorsaurer Magnesia, phosphorsaurem Natron, phosphorsaurem Kali, kieselsaurem Kali gedüngten Stücke der Ertrag nicht merklich höher war als der des ungedüngten Feldes; nur Liebig's Mineraldünger zeichnete sich etwas aus, das damit gedüngte Feld lieferte 184 Pfund Korn und 221 Pfund Stroh mehr als das ungedüngte, was Herr Lawes einer kleinen Menge Ammoniak in diesem Dünger zuzuschreiben geneigt ist, welches er deutlich gerochen haben will (p. 21). Wenn man nun nach dem Grunde der Unwirksamkeit der mineralischen Düngmittel fragt, so ergiebt sich die Antwort, auf welche Herr Lawes unbegreiflicher Weise nicht gekommen ist, aus der Betrachtung der Erträge des ungedüngten Stückes ganz von selbst, es lieferte per Acre (Vol. XII, p. 16):

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1844 | — | 923 | Pfund | Korn | — | 1120 | Pfund | Stroh. |
| 1845 | — | 1441 | „ | „ | — | 2712 | „ | „ |
| 1846 | — | 1207 | „ | „ | — | 1513 | „ | „ |
| 1847 | — | 1122 | „ | „ | — | 1902 | „ | „ |
| 1848 | — | 952 | „ | „ | — | 1712 | „ | „ |
| 1849 | — | 1227 | „ | „ | — | 1614 | „ | „ |
| 1850 | — | 1000 | „ | „ | — | 1719 | „ | „ |
| | Mittel | 1125 | Pfund | Korn | und | 1756 | Pfund | Stroh. |

Diese Zahlen, welche die ohne alle Düngung sieben Jahre hinter einander auf demselben Felde geernteten Producte an Korn und Stroh ausdrücken, zeigen augenscheinlich, daß der Boden an sich so reich an vorräthigen Bodenbestandtheilen war, daß eine Düngung mit 448 Pfund Mineraldünger per Acre, welche auf eine Tiefe von 12 Zoll einen Gran auf 20 Cubikzoll Ackerkrume ausmacht, unbedingt keine Wirkung oder nur eine sehr geringe äußern konnte; denn das Feld enthielt im ersten Jahr siebenmal, das heißt über 85 Procent mehr an diesen Substanzen, als für eine Ernte nöthig gewesen wäre. Herr Lawes sagt selbst, Vol. XII, p. 23: „Es ist eine merkwürdige Thatsache, daß wir auf dem Stücke Nr. 3, welches durch vorausgegangene Culturen ungewöhnlich erschöpft war, sieben Jahre hinter einander Ernten von Weizenkorn und Stroh ohne allen Dünger erzielt haben und daß bei dieser Behandlung gegenwärtig (1851) keine Zeichen von verminderter Fruchtbarkeit bemerklich sind; denn der Mittelertrag ist 1125 Pfund Korn und 1756 Pfund Stroh. — — — —

„So sind die Resultate der Versuchsreihe auf dem Stücke 10a allein hinreichend, zu zeigen, wieviel auch die Menge der entzogenen Bodenbestandtheile betragen haben mag, daß der Boden selbst, im Verhältniß zu dem Ammoniak, benutzbar aus natürlichen Quellen, einen Ueberschuß der nothwendigen Mineralbestandtheile enthielt."

Um den Irrthum des Herrn Lawes richtig zu beurtheilen, muß man sich an die Beschaffenheit seines ungedüngten Feldes erinnern; im siebenten Jahre lieferte dasselbe, wie die Tabelle ergiebt, 77 Pfund Korn und 599 Pfund Stroh mehr als im ersten; ohne einen Fehler zu begehen, läßt sich demnach voraussetzen, daß es sieben weitere, vielleicht doppelt so-

viel Ernten ohne alle Düngung geliefert haben würde. Angenommen, es habe einen Vorrath an Mineralbestandtheilen enthalten, ausreichend für vierzehn Ernten, so würde die Düngung dieses Feldes mit einer Quantität von den Aschenbestandtheilen des Weizenkornes und Strohes, nöthig für eine Ernte, den Ertrag an diesen Producten im äußersten Fall um 8 Pfund Korn und 125 Pfund Stroh, d. h. um $1/_{14}$ des Mittelertrages haben erhöhen können; denn dieß ist das Maximum, was Herr Lawes von seinem Felde an Mehrertrag hätte erwarten können.

Herr Lawes wählte hiernach zu seinen Versuchen ein Stück Feld, welches vermöge seines Reichthums an Bodenbestandtheilen und seiner sonstigen Beschaffenheit ganz und gar ungeeignet für seine Zwecke war und welches, um die Wirkung der mineralischen Nahrungsmittel zu prüfen, durchaus verworfen werden mußte; da nun die Mineraldüngung diejenige Wirkung nicht haben konnte, welche Lawes erwartete, so fehlt seinen Schlüssen alle und jede logische und thatsächliche Begründung.

Als eine bemerkenswerthe Probe des agricultur-chemischen Gedankenganges des Herrn Lawes möge der auf den oben citirten folgende Satz dienen (XII, p. 23):

„Aber man muß uns nicht so verstehen, daß wir sagen, ein jeder Boden könne ohne Aufhören und ohne Düngung jährlich $17^1/_2$ Bushels Korn und 17 Centner Stroh liefern; ganz im Gegentheil, wir wissen sehr wohl, daß sie dieß nicht thun, und daß die sogenannten „leichten Boden“, welche in hoher Cultur gehalten gute Ernten von Weizen gaben, nur ein geringes Verhältniß zu dieser Quantität (dem Ertrage auf Herrn Lawes' Boden) liefern würden. Daß die „schweren Bodenarten“ eine natürliche Fruchtbarkeit besitzen weit über das hinaus, was man auf den ersten Blick

glauben könnte, hierüber kann kein Zweifel sein — wäre es nicht so, wie ließe sich erklären (was wohl schwerlich Jemand erklärt, J. v. L.), wie diejenigen, welche beinahe Alles verkaufen, was sie produciren ohne Ersatz, ihren Lebensunterhalt erwerben und ihre Rente bezahlen könnten. Was wir sagen, ist dieß, daß mittelst der gewöhnlichen Methoden der praktischen Landwirthschaft, durch welche irgend ein Boden zubereitet wird, um eine genügende Ernte von Korn und Fleisch für den Verkauf zu liefern, die charakteristische Erschöpfung, als Kornerzeuger, die des Stickstoffs sein wird, und daß die Mineralbestandtheile in dieser Behandlung beziehungsweise zum Stickstoff im Ueberschuß sein werden."

Wenn ich den Sinn dieser dunklen Sätze in die wissenschaftliche Sprache übersetze und richtig deute, so meint Herr Lawes, daß er nicht sagen wolle, alle Bodenarten vermöchten, ohne Aufhören und ohne Düngung, jährlich 1125 Pfund Korn und 1756 Pfund Stroh zu liefern; ganz im Gegentheil wisse er Bodenarten, sogenannte leichte Boden, d. h. arm an Bodenbestandtheilen, welche sehr gut gedüngt gute Ernten geben und ungedüngt sehr bald durch Kornbau erschöpft würden; es gebe aber Bodenarten, sogenannte schwere Boden, so reich an Mineralbestandtheilen, daß sie ohne alle Düngung, durch Culturen gar nicht zu erschöpfen seien. (?) Was er sagen wolle, sei: daß wenn man einem Felde in seinen Producten nur Korn und Fleisch nehme und ausführe, und alles dasjenige dem Felde wieder durch gute Düngung zurückgebe, was demselben an Mineralbestandtheilen in den verkauften Producten entzogen worden sei, so wäre der Verlust nur Stickstoff, und die Mineralbestandtheile blieben in Beziehung auf den Stickstoff im Ueberschuß*).

*) But we must not be understood to say that all soils will

Wenn man also im eigentlichen Sinne nur Stickstoff ausführe, so blieben die Mineralbestandtheile zurück, und wenn ein Ueberschuß davon im Felde war, so bliebe dieser Ueberschuß zurück!

Dieß sind Wahrheiten, die wohl Niemand bestreiten wird.

Es ist eine Erfahrung, welche keinem Zweifel unterliegt, daß ein Feld, welches es auch sei, auf eine unendliche Reihe von Jahren hinaus seine Fähigkeit, fruchtbar für dieselbe Pflanzengattung zu sein, nicht behält, sondern daß in einer begrenzten Anzahl von Culturjahren die Pflanze auf demselben Boden nicht mehr gedeiht.

Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß die Ursache dieser Abnahme an Fruchtbarkeit in einer Veränderung der Beschaffenheit des Feldes gesucht werden muß, und daß sie durch die Entziehung einer Anzahl von Mineralsubstanzen in den geernteten Pflanzen bedingt ist; denn sie sind unter allen Bedingungen, welche die Fruchtbarkeit des Feldes

---

yield continuously $17\frac{1}{2}$ bush. of grain and 16 cwts. of straw per acre, without manure; on the contrary, we know full well that they will not, and that what are termed light soils, but which under high cultivation give good crops of wheat, would give but a small proportion of this quantity. That the heavier ones do possess a native fertility beyond what might at first sight be supposed, there can be little doubt, were it not so we should find it difficult to explain how those who sell of there land almost all its produce without return are enabled to live and pay there rent. But what we say is, that by the ordinary methods of practical agriculture by which any soils are made to yield a fair produce of grain and meat only, for sale, their characteristic exhaustion, as grain producers, will be that of Nitrogen and that the mineral constituents will, under this course, relatively to Nitrogen be in excess.

ausmachen, die einzigen, welche gewechselt haben; alle übrigen sind die nämlichen geblieben. Aus dieser Ursache, klar erkannt, folgt von selbst der Schluß, daß der Wiederersatz der entzogenen Bodenbestandtheile die Fruchtbarkeit des Feldes dauernd erhalten muß. Während also der Boden nach einer endlichen Reihe von Culturjahren unfruchtbar geworden wäre, würde er eine unendliche Reihe von Jahren fruchtbar geblieben sein, wenn demselben die entzogenen Bodenbestandtheile jährlich wieder ersetzt worden wären.

Welche Grundsätze sollen uns nun leiten in dem vorliegenden theoretischen Falle, in welchem angenommen ist, daß alle geernteten Feldfrüchte hinweggenommen werden und daß die Mineralbestandtheile demselben in der Form von Mineraldünger dem Felde wiedergegeben werden sollen? Soll man es machen wie Herr Lawes, der in seiner Prüfung der Wirkung der Mineraldünger, um das Rechte zu treffen, dem einen Stück (Vol. VIII, p. 19) 770 Pfund phosphorsauren Kalk und Natron, dem zweiten 675 Pfund phosphorsauren Kalk und Bittererde, dem dritten 725 Pfund phosphorsauren Kalk und Kali, dem vierten 560 Pfund phosphorsauren Kalk und 220 Pfund phosphorsaures Kali, dem fünften 350 Pfund phosphorsauren Kalk, 210 Pfund phosphorsaure Magnesia und 162½ Pfund phosphorsaures Natron 2c. 2c. gab, lauter Mischungen ohne alles Verständniß der Sache und ohne Ueberlegung, wie wenn sie zusammengewürfelt worden wären! ?*)

Wahrlich in solchen Fällen giebt es gar keinen ande-

*) In Beziehung auf die leitenden wissenschaftlichen Grundsätze des Herrn Lawes wird man es bemerkenswerth finden, daß er im Jahre 1847 ein Weizenfeld mit 20 Ctrn. Reis und ein Rübenfeld mit 160 Pfd. phosphorsaurem Kalk und 5 Ctrn. Thran (Fischthran) gedüngt hat.

ren Führer als die Logik, welche gesunder Menschenverstand heißt:

Man gebe dem Felde, was ihm genommen wurde, weder mehr noch weniger, sondern genau soviel. Ich nehme an, daß das Feld nicht fruchtbarer werden soll als es war; denn sonst stellt sich die Frage anders.

Wie und auf welche Art soll man dieß nun thun? Die Weizenpflanze bedarf löslicher Kieselerde oder ein lösliches Silikat, sie hat phosphorsaures Kali, sehr wenig phosphorsauren Kalk und Bittererde (Eisen- und Schwefelsäure) nöthig. Die phosphorsauren Alkalien sind sehr löslich im Wasser, ebenso das kieselsaure Kali; die phosphorsauren Erden, das Eisen lösen sich nicht im Wasser. Alle zusammen auf das Feld gebracht, würde durch den Regen eine Theilung entstehen, die löslichen Salze gingen in die Tiefe, die unlöslichen blieben oben liegen, sie würden von einander getrennt werden. Wie ist nun das Verhältniß in dem Stalldünger? Außer den Salzen in dem Harne (der Jauche, Gülle) sind die anderen in chemischer Verbindung mit dem organischen Stoffe und nicht trennbar davon durch Auslaugen mit reinem oder kohlensaurem Wasser. Erst während die organische Substanz verwest, trennt sich die Mineralsubstanz davon und wird in dem geeigneten Lösungsmittel löslich. Es ist klar, daß man vor allem versuchen muß, den mineralischen Substanzen, welche auf das Feld gebracht werden sollen, eine solche Form zu geben, daß sie nahezu eine gleiche Löslichkeit besitzen und sich durch das Regenwasser nicht trennen, sondern beisammen bleiben. Phosphorsaurer Kalk giebt beim Glühen mit kohlensaurem Kali eine Verbindung, worin das Alkali seine Löslichkeit zum großen Theil verliert; sie löst sich vollkom-

men in kohlensaurem Wasser. Kieselsaures Alkali läßt sich durch Aenderung des Verhältnisses der Kieselsäure in verschiedenen Zuständen der Löslichkeit darstellen. In einer Mischung von Thon mit Kalkhydrat, wenn sie feucht einige Monate, z. B. in einer Grube in der Erde sich selbst überlassen bleibt, wird die Kieselsäure löslich. Durch Gyps läßt sich die Schwefelsäure geben, kein Boden ist frei von Eisen.

Mischungen, in dieser Form auf das Feld gebracht, müssen ganz dieselbe Wirkung haben, welche den Bestandtheilen in ihrem natürlichen Zustande zukommt, der einzige Unterschied ist ihre Wirkung in der Zeit. Alle sind löslich im Regenwasser, leichter in kohlensäurereicherem Wasser; ihre volle Wirkung tritt ein, wenn sie löslich geworden sind in einem Culturjahre; es wirkt nur die Hälfte darin, wenn sie erst in zwei Jahren auflöslich, d. h. verwendbar für die Pflanze werden. In dem ersten Jahre des Ersatzes durch diese Mischungen wird man in diesem Falle eine geringere Ernte haben, nach einem zweiten Zusatz im zweiten Jahre wird sich ein günstigeres Verhältniß herstellen; noch besser im dritten und so fort. Es ist zur Erforschung dieses Verhältnisses nothwendig, gleich von Anfang an eine ganze Reihe von Mischungen von verschiedener Löslichkeit darzustellen und jede dieser Mischungen für sich auf demselben Stücke Feld auf ihre Wirksamkeit durch den Versuch zu prüfen; gleich nach den ersten Jahren wird man in dieser Weise erfahren, welche davon den Zwecken entspricht; die beste darunter ist die, welche in dem ersten Culturjahre ihre volle Wirkung äußert.

Gleichzeitig mit diesen müßten Versuche angestellt werden mit Mineraldünger in flüssiger Form, dessen Bestandtheile also vollkommen gelöst sind. Es giebt viele Silikate, die sich

in verdünnter Schwefelsäure lösen oder an diese Säure löslichen kieselsauren Kalk und Alkalien in Menge abgeben; der phosphorsaure Kalk wird schon sehr häufig, wenigstens in England, in diesem Zustande auf die Felder gebracht. Dieselbe Schwefelsäure könnte also gleichzeitig lösliche Kieselerde, phosphorsauren Kalk und Alkalien enthalten, und es ist die Frage, ob der Ersatz in dieser Form nicht einen Vorzug vor allen anderen Mischungen hat. Unter den Silikaten ist der Palagonit ausgezeichnet durch seine große Löslichkeit in Säuren, und es gehört verhältnißmäßig nur wenig dazu, um einem Weizenfelde durch dieses Mittel die entzogene lösliche Kieselsäure wiederzugeben.

Durch eine kleine Reihe von solchen Versuchen würde der Standpunkt der Landwirthschaft sehr bald ein ganz anderer werden; denn auf die feste Grundlage der genauen Bekanntschaft der Wirksamkeit der einzelnen mineralischen Nahrungsmittel und ihrer zweckmäßigsten Form ließe sich dann weiter bauen. Ich bin weit davon entfernt, dem Landwirth zuzumuthen, daß er keinen von allen den Ueberresten seiner Ernte, der Streu, dem Stroh und was sonst in seinem Besitze bleibt und nicht verkaufbar ist und welche wirksame Bestandtheile enthalten, seinen Feldern vorenthalten, d. h. denselben nicht geben soll. Darum handelt es sich in der Erörterung der gegenwärtigen rein theoretischen Frage nicht. Er soll vorerst die Ueberzeugung gewinnen, daß er den Stallmist, den Universaldünger, und jeden seiner Bestandtheile ersetzen kann durch einen in seiner Form und Zusammensetzung gleichwerthigen Stoff, und dieß kann er nur durch die Ermittelung der Wirksamkeit von Mischungen, in denen der Stalldünger und Alles, was damit zusammenhängt, gänzlich ausgeschlossen ist. Es bleibt ihm dann überlassen, wenn es ihm vortheilhaft ist, auf den

Stalldünger überhaupt zu verzichten, oder je nach seinem Vorrathe die verschiedenen wirksamen Ueberreste seiner Culturen, die sich in seinem Besitze befinden und deren Gehalt er kennt, durch die des Mineraldüngers zu ergänzen. Der Landwirth soll in den Stand gesetzt sein, jedem einzelnen Felde alle diejenigen Bestandtheile in annähernd richtigem Verhältniß und in gehöriger Beschaffenheit, entsprechend der Pflanzengattung, die er erzielen will, zu geben. Erst wenn dieses Ziel erreicht ist, ist der Landwirth von jedem Zwange frei, er ist Herr der Kräfte, über die er zur Erzeugung seiner Producte verfügt.

Wenn man die Erträge des ungedüngten Stücks in Lawes' Versuchen in verschiedenen Jahren mit einander vergleicht, so beobachtet man einen bedeutenden Unterschied.

Es wurde geerntet:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| im 2. Jahr, 1845, | 1441 | Pfd. Korn | und | 2712 | Pfd. | Stroh, |
| im 1. Jahr, 1844, | 925 | Pfd. „ | „ | 1120 | Pfd. | „ |
| mithin im 2. Jahr | 516 | Pfd. Korn | und | 1592 | Pfd. | Stroh |

mehr, obwohl das Feld im ersten Jahr an Mineralbestandtheilen reicher war als im zweiten.

Wenn man nach dem Grunde dieser Ungleichheit fragt, so läßt sich derselbe nicht suchen in einem größeren Gehalte der atmosphärischen Luft an Kohlensäure und Ammoniak, herbeigeführt in dem einen Jahre durch unbekannte Ursachen; der Grund muß nothwendig in gewissen Ursachen liegen, welche bewirkten, daß in der Culturperiode 1845 eine größere Menge in der gegebenen Zeit löslich und wirksam geworden war, als im Jahre vorher. Wären diese Bestandtheile nicht im Boden vorhanden gewesen, so würde auch eine vergrößerte Menge Ammoniak und Kohlensäure in der Atmosphäre keinen Einfluß auf den Ertrag geäußert haben. Da nun nicht an-

genommen werden kann, daß die Bodenbestandtheile eines und desselben Feldes in den verschiedenen Jahren durch unbekannte Ursachen ihre Löslichkeit wechseln, daß sie in dem einen Jahre in größerer Menge sich im Wasser lösen, als in einem anderen, so läßt sich als die wahrscheinliche Ursache dieses Unterschiedes nur die ungleiche Regenmenge, die in beiden Jahren fiel, und die Temperatur des Jahres in Betrachtung ziehen. Beide bestimmen die Wassermenge, welche in die Pflanze übergeht und verdunstet.

Wenn in dem Jahre 1844 eine bestimmte Menge Regen auf das Stück fiel und dadurch eine gewisse Menge Bodenbestandtheile in die Weizenpflanze überführbar wurde, und es fiel im Jahre 1845 zur günstigen Zeit die Hälfte mehr Regen, so löste dieser offenbar die Hälfte mehr an Bodenbestandtheilen auf; wären sie nicht aufgelöst gewesen, so würden sie nicht in die Pflanze übergeführt und verwendet worden sein, d. h. der Ertrag im Jahre 1845 hätte ohne ihre Mitwirkung nicht um die Hälfte größer sein können.

Auf was ich durch diese Betrachtung vorzüglich die Aufmerksamkeit der Landwirthe lenken möchte, dieß ist der Umstand, daß hier in diesem so sprechenden Falle der Ertrag des Feldes an Korn und Stroh und damit an stickstoffhaltigen Producten zunahm, ohne die geringste Zufuhr an stickstoffhaltigem Dünger, denn das Feld bekam überhaupt keinen Dünger, sondern durch die einfache Zunahme der Menge der aufgelösten vorräthigen Bodenbestandtheile in der Zeit.

Es wirkte eine größere Menge mineralischer Nahrungsmittel in derselben Zeit und es wurde die Oberfläche des Feldes durch die darauf wachsende Pflanze dadurch befähigt, um die ganze Hälfte mehr Stickstoff und Kohlensäure aus der Luft aufzusaugen, als in dem Jahre vorher.

Wenn Herr Lawes die eine Hälfte desselben Stück Feldes jedes Jahr ohne alle Düngung, die andere mit einem Mineraldünger genau im Verhältniß zu den entzogenen Bodenbestandtheilen gedüngt und beide jedes Jahr mit Weizen bebaut hätte, so würde sich vielleicht nach einer Anzahl von Jahren folgender Zustand herausgestellt haben.

Der Ertrag des ungedüngten Stückes würde jährlich abgenommen, der des anderen würde gleich geblieben sein. Ich halte es für wahrscheinlich, daß das zweite gedüngte Stück mehrere Jahre steigend in seinem Ertrage zugenommen haben würde, weil durch die Cultur selbst eine kleine Summe der unlöslichen Bestandtheile mehr den vorhandenen löslichen zugewachsen wäre. Daß die Mineraldünger in seinen Versuchen nicht wirkten, konnte Herr Lawes in den Erträgen seiner Stücke nicht wahrnehmen; daß sie überhaupt nicht wirken, diese Meinung scheint er, wie ich zeigen werde, seiner neuesten Schrift nach (Vol. XII, p. 39) nie gehabt zu haben; ich glaube deshalb keinen weiteren Beruf zu haben, die sogenannte Mineraltheorie in dem Satze, den er mißverstanden hat, zu vertheidigen; ich wage stets noch zu glauben, so sehr sich auch Herr Lawes darüber wundern mag (Vol. XII, p. 2), daß diese Theorie gar nicht bestreitbar ist und daß in ihrer Entwickelung und Festsetzung der Fortschritt und die ganze Zukunft der Agricultur liegt.

Wenn man nach den anderen Mitteln fragt, welche die Erfahrung und die Wissenschaft anzeigen, um die Fruchtbarkeit eines Bodens, welcher alle Mineralbestandtheile im Ueberschusse enthält, wie z. B. die Felder des Herrn Lawes, auf ein Maximum zu steigern, denselben also die Fähigkeit zu geben, einen höheren Ertrag an Korn und Stroh, eine reichere Ernte zu liefern, so ist die Antwort leicht. Ich will in

dieser Beziehung mein Buch sprechen lassen und ich halte es für ein sehr glückliches Ereigniß, daß Herr Lawes es nicht zu Rathe gezogen oder gelesen hat, weil wir sonst dadurch um eine ganze Reihe lehrreicher Experimente gekommen wären.

S. 221 der sechsten Auflage heißt es: „In einem fruchtbaren Boden müssen die Pflanzen alle zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen anorganischen Bestandtheile in hinreichender Menge und in einem Zustande vorfinden, der ihre Aufnahme gestattet."

S. 275: „Das Ammoniak beschleunigt und befördert das Wachsthum der Pflanzen auf allen Bodenarten, in welchen die Bedingungen seiner Assimilation sich vereinigt finden."

S. 193: „Von allen theoretischen Betrachtungen abgesehen, muß der rationelle Landwirth in Beziehung auf den Zweck, den er zu erreichen strebt, genau so verfahren, wie wenn von der Gegenwart der anorganischen Blutbestandtheile (der Mineralsubstanzen) die Production der organischen (der stickstofffreien und stickstoffhaltigen) abhängig wäre, und wenn er auf seinen Feldern ein Maximum von Blut und Fleisch erzielen will, so muß er diejenigen Bestandtheile in reichlicher Menge zuführen, welche die Atmosphäre nicht liefern kann."

S. 219: „Wenn wir auf einer gegebenen Fläche mehr davon (Brot und Fleisch) hervorbringen wollen, als die Pflanze aus der Atmosphäre fixiren oder von dem Boden empfangen kann, so müssen wir eine künstliche Atmosphäre schaffen, wir müssen dem Boden die Bestandtheile zuführen, die ihm fehlen."

S. 220: „Um ein Maximum an Größe in der gegebenen kurzen Zeit ihres Lebens zu erlangen, reicht die in

der Atmosphäre enthaltene Nahrung nicht hin. Es muß für sie, wenn die Zwecke der Cultur erreicht werden sollen, eine künstliche Atmosphäre von Kohlensäure und Ammoniak in dem Boden selbst geschaffen werden, und es muß dieser Ueberschuß an Nahrung, der den Blättern fehlt, den ihnen correspondirenden Organen im Boden zugeführt werden."

S. 232: „Es ist gewiß, daß wir die Excremente der Thiere und Menschen entbehren können, wenn wir im Stande sind, aus anderen Quellen uns die Stoffe zu schaffen, durch die sie allein Werth für die Agricultur besitzen. Ob wir das Ammoniak in der Form von Urin oder in Form eines aus Steinkohlengas zu erhaltenden Salzes, ob wir den phosphorsauren Kalk in der Form von Knochen oder als Apatit zuführen, ist für den Zweck gleichgültig. Die Hauptaufgabe ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile ersetzen. Ist dieser Ersatz unvollkommen, so nimmt die Fruchtbarkeit ab, führen wir mehr zu, so wird die Fruchtbarkeit gesteigert.

„Die Einfuhr von Harn, von festen Excrementen aus einem fremden Lande ist ganz gleich zu setzen einer Einfuhr von Korn und Vieh. Alle diese Stoffe nehmen in einer genau zu bestimmenden Zeit die Form von Getreide, Fleisch und Knochen an."

S. 67: „Dieses Ammoniak wird von dem Boden theils in Wasser gelöst, theils in Form von Gas aufgenommen, und mit ihm findet die Pflanze eine größere Menge des ihr unentbehrlichen Stickstoffs vor, als die Atmosphäre ihn liefert.

„Die Wirkung der künstlichen Zufuhr von Ammoniak

als eine Quelle von Stickstoff beschränkt sich gleich der von Humus auf einen Gewinn an Zeit."

S. 174: „Geben wir dem Boden (welcher die anderen Bestandtheile enthält) Ammoniak und die den Getreidepflanzen unentbehrlichen phosphorsauren Salze, so haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt; denn die Atmosphäre ist ein ganz unerschöpfliches Magazin an Kohlensäure."

Nach diesen Anführungen aus meinem Werke kann meine, des Urhebers der sogenannten Mineraltheorie, Meinung über das Mittel der Steigerung der Erträge eines Feldes von geeigneter Bodenbeschaffenheit nicht zweifelhaft sein.

Herr Lawes gab dem Versuchsfelde 10a im ersten Jahre 560 Pfund mit Schwefelsäure aufgeschlossene Knochen und 220 Pfd. kieselsaures Alkali, in den folgenden Jahren bloß Ammoniaksalze.

| | Dünger. | Die Ernte. | |
|---|---|---|---|
| 1. J. 1844 | phosphors. Kalk, kieselsaures Kali | 1008 Pfd. Korn | 1112 Pfd. Stroh. |
| 2. „ 1845 | 336 Pfd. A.-Salz. | 1980 „ „ | 4266 „ „ |
| 3. „ 1846 | 224 „ „ | 1850 „ „ | 2244 „ „ |
| 4. „ 1847 | 300 „ „ | 1702 „ „ | 2801 „ „ |
| 5. „ 1848 | 300 „ „ | 1334 „ „ | 2367 „ „ |
| 6. „ 1849 | 400 „ „ | 2141 „ „ | 2854 „ „ |
| 7. „ 1850 | 400 „ „ | 1721 „ „ | 3089 „ „ |
| Mittel-Ertrag in 7 Jahren | | 1676 Pfd. Korn | 2689 Pfd. Stroh. |
| Das ungedüngte in 7 Jahren | | 1125 Pfd. Korn | 1756 Pfd. Stroh. |
| | Mithin Mehrertrag | 551 Pfd. Korn | 933 Pfd. Stroh. |

In der Vorstellung befangen, daß meine Ansichten über die Bedingungen der Fruchtbarkeit der Felder in einem Satze meines Buches, von drei Zeilen, verkörpert seien, hält Herr

Lawes diese Resultate für unvereinbar mit meiner Lehre, weil die Erträge in dem vorliegenden Falle eine Reihe von Jahren hindurch, ohne alle Zufuhr von Aschenbestandtheilen, durch Ammoniaksalze allein, gesteigert worden seien, um die Hälfte der Erträge des ungedüngten Feldes.

Ich habe in meinem Buche auseinandergesetzt, daß der Begriff der Fruchtbarkeit eines Feldes wesentlich die Dauer der Erträge in sich einschließt. Ein Feld, welches ungedüngt eine oder zwei gute Ernten liefert und dann keine mehr, hält Niemand für ein fruchtbares Feld. In dieser Beziehung steht die Fruchtbarkeit eines Bodens in geradem Verhältnisse zu den darin enthaltenen Bedingungen derselben, d. h. zu den für Ernährung der Gewächse nothwendigen mineralischen Nahrungsstoffen.

Die Quantität oder die Höhe des Ertrags steht aber im Verhältniß zu zwei Factoren — der mineralischen und atmosphärischen Nahrungsmittel —; die Quantität der Producte hängt ab von dem Vorhandensein und dem Zusammenwirken derselben in der richtigen Zeit und Menge.

Wenn der eine Factor vergrößert wird, z. B. die Menge der mineralischen Nahrungsmittel im Boden, während der andere Factor, die Menge der durch die Luft den Pflanzen zuführbaren Kohlensäure und Ammoniak, unverändert bleibt, so kann die Quantität der kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Producte deshalb nicht zunehmen, sondern der Ertrag wechselt in diesem Fall im Verhältniß zur aufsaugenden Oberfläche der auf dem Felde cultivirten Pflanzen.

Da nun die Luft eine sehr begrenzte Menge Kohlensäure und Ammoniak enthält (2500 Volum. Luft enthalten nur 1 Vol. Kohlensäure und ein weit kleineres Verhältniß Ammoniak), so ist die Quantität der den Pflanzen zugeführten

atmosphärischen Nahrungsmittel wesentlich abhängig von einem Wechsel der mit der Pflanze in Berührung kommenden Luftschichten; die ihrer Kohlensäure und ihres Ammoniaks beraubte Luftschicht muß verdrängt werden durch frische Luft, wenn eine weitere Aufnahme derselben durch die Pflanze erfolgen soll. Zu diesem Wechsel gehört eine gewisse Zeit.

Es ist klar, wenn wir die Kohlensäure- und Ammoniakmenge in der Luft verdoppeln oder verdreifachen könnten, wie dieß z. B. in geschlossenen Räumen in Mißbeeten geschieht, so würden die Pflanzen unter gleichen Verhältnissen doppelt oder dreimal soviel Kohlensäure und Ammoniak in derselben Zeit aufnehmen oder ebensoviel als bei der einfachen Zufuhr in der doppelten oder dreifachen Zeit. In demselben Verhältniß muß eine doppelte oder dreifache Menge mineralischer Nahrungsmittel in Wirksamkeit kommen; denn da sie Bestandtheile der Organe ausmachen, so ist ohne sie eine Zunahme an Masse der Pflanzen in ihren Theilen nicht denkbar; der Ertrag wird durch dieses Zusammenwirken verdoppelt oder verdreifacht werden.

Je nach der Summe der im Boden vorhandenen übergangsfähigen mineralischen Nahrungsstoffe richtet sich die Dauer der Fruchtbarkeit oder die Erträge eines Feldes in einer Reihe von Jahren.

Die Höhe oder Quantität der Erträge steht im Verhältniß der Quantität der vorhandenen oder zugeführten atmosphärischen und mineralischen Nahrungsmittel in derselben Zeit. Durch Düngung eines an Bodenbestandtheilen reichen Feldes mit Ammoniaksalzen steigen die Erträge in derselben Weise, wie wenn wir den Ammoniakgehalt der Luft vergrößert hätten.

Dies ist der Sinn der obigen aus meinem Buche citirten Sätze, sie sagen, daß der Landwirth, um die Erträge eines

Feldes über eine bestimmte Grenze hinaus zu steigern, bei gewissen nicht sehr blattreichen Gewächsen, wie z. B. bei der Cultur des Weizens, Ammoniak zuführen müsse.

Um in solchen Fällen einen höheren Ertrag zu erzielen, kommt es wesentlich darauf an, daß die mineralischen Nahrungsmittel im Boden nicht fehlen; wenn Ueberschuß davon vorhanden ist, bedarf es der Zufuhr derselben nicht.

Der Wiederersatz der in der Ernte hinweggenommenen Bodenbestandtheile erhöht bei daran reichen Feldern nicht den Ertrag, sondern bedingt die Dauer der Erträge.

Daß die mineralischen Nahrungsmittel der Weizenpflanze in seinen Feldern in reichlichster Menge vorhanden waren, hat Herr Lawes auf die überzeugendste Weise dargethan, und daß er unter diesen Verhältnissen ohne weitere Zufuhr von Mineraldünger, durch Düngung mit Ammoniaksalzen allein, sechs Jahre lang einen höheren Ertrag erzielte als das ungedüngte Stück zu liefern vermochte, darüber kann sich eigentlich nur Herr Lawes wundern, denn die Theorie sagte diese Resultate voraus.

Es ist nicht zu verstehen, wie Herr Lawes aus seinen Resultaten den Schluß ziehen konnte, „daß stickstoffhaltige Dünger ganz besonders geeignet seien für die Cultur des Weizens," da diese Dünger nur unter gewissen Voraussetzungen eine günstige Wirkung äußern, welche Herr Lawes ganz unberücksichtigt gelassen hat. Es giebt kaum eine Behauptung, welche mehr berechnet ist, den praktischen Landwirth irre zu leiten. Ich selbst hatte in der ersten Auflage meines Buches dem Ammoniak einen überwiegenden Werth beigelegt und glaubte diesen Fehler in den späteren Auflagen verbessert zu haben.

Wenn Herr Lawes behauptet hätte, daß auf seinem Felde,

unter den gegebenen Verhältnissen, Ammoniak und Ammoniaksalze ganz besonders günstig wirkten auf das Wachsthum des Weizens und, abgesehen von dem Preise, diese Salze unter gleichen Umständen die geeignetsten Düngmittel abgaben, so würde er einen in der Theorie vorgesehenen Fall einfach bestätigt haben; aber auch als eine ganz neue Entdeckung angesehen, ließe sich seiner Behauptung nichts entgegensetzen.

Dehnt man aber seinen Schluß auf irgend ein anderes Feld von ungleicher Beschaffenheit und anderen vorausgegangenen Verhältnissen aus, so erscheint er vollkommen falsch; denn es läßt sich ganz auf gleiche Weise und durch ebenso entschiedene Thatsachen beweisen, daß die Ammoniaksalze allein auf tausenden von Weizenäckern den Ertrag derselben nicht im mindesten erhöhen, daß sie auf anderen tausenden den Ertrag ein Jahr oder zwei Jahre lang steigern und dann eine weitere Anwendung auf denselben Feldern ohne alle Wirkung bleibt.

Der vorliegende Fall, welcher Herrn Lawes die Meinung beigebracht hat, daß die praktischen Erfahrungen der Landwirthschaft im Widerspruch ständen mit der Theorie, ist ganz geeignet, zu zeigen, worauf es in der Anstellung von landwirthschaftlichen Versuchen eigentlich ankommt; daß stickstoffhaltige Dünger besonders günstig in der Cultur des Weizens wirken, ist ein einfacher Ausdruck für eine in einem besonderen Fall wahrgenommene Erscheinung, deren Ursache nicht weiter ermittelt wurde. Die Behauptung ist die Thatsache selbst, sie lehrt und erklärt Nichts, weil sie nicht in Verbindung gebracht ist mit wissenschaftlichen Grundsätzen. Ohne die Erklärung der Thatsache ist sie eine unbekannte Größe = x; der Zweck eines Versuchs muß sein, die unbe-

kannte Größe zu einer bekannten zu machen. Unzählige landwirthschaftliche Thatsachen sind ebenso viele x, aber tausende von unbekannten Größen machen keine bekannte aus.

Aus den Versuchen des Herrn Lawes ergiebt sich augenscheinlich, daß durch die Düngung mit Ammoniaksalzen, angenommen, die Wirkung habe auf dem Ammoniak allein beruht (eine Voraussetzung, die ich später erörtern werde), die Wirkung der vorhandenen Mineralbestandtheile in der Zeit beschleunigt werde.

Wenn wir die ganze Summe der Mineralbestandtheile nothwendig für die Weizenpflanze auf einem Acre = 12 setzen, hinreichend für zwölf auf einander folgende Ernten an Korn und Stroh, so würden wir auf dem Stück zwölf Ernten in zwölf Jahren haben ohne Mineral-Düngung und ohne Ammoniak.

Durch Düngung des Stückes mit drei Centner Ammoniaksalzen würden wir in einem Jahre die Hälfte mehr ernten, als auf dem ungedüngten, wir würden jedes Jahr 1½ Ernten oder in 8 Jahren den Ertrag von 12 mittleren Ernten haben, d. h. der Boden würde in 8 Jahren verloren haben, was ihm ohne Ammoniak in 12 Jahren entzogen worden wäre, er würde 4 Jahre früher erschöpft, nämlich unfruchtbar dürfen Weizen geworden sein.

Ich glaube demnach, was ich in meinem Buche so umständlich zu begründen gesucht habe, daß in Beziehung auf Erschöpfung des Bodens Ammoniak und Ammoniaksalze, allein gegeben, der den Boden am rascheste̊n arm machende oder das Bodencapital aufzehrende Dünger ist.

Nur in dem einzigen Fall erhält sich die Fruchtbarkeit des Bodens, wenn das zugeführte Ammoniak begleitet ist von den

Mineralsubstanzen, welche jedes Jahr in der Ernte hinweggenommen worden sind; dieß kann durch einen einfachen Ersatz in einem Jahre oder durch einen fünffachen nach der fünften Ernte geschehen. Wenn dieß ein einziges Mal nicht geschieht, so muß dieß in einer Reihe von Ernten bemerkbar sein.

Der rationelle Landwirth sollte nicht denken, daß er einem reichen fruchtbaren Boden, ohne allen Ersatz, einen Theil seiner Bestandtheile entziehen dürfe, ohne dessen Fruchtbarkeit früher oder später zu beeinträchtigen; denn diese Fruchtbarkeit (sein Ertrag in der Zeit) ist die Wirkung der ganzen Summe aller seiner Bestandtheile, nicht bloß desjenigen Theiles, der in die Pflanze übergegangen ist, sondern auch der anderen vorräthigen Menge, die im Boden blieb, die ganze Summe hat gemacht, daß die Wurzeln ihre nothwendige Nahrung überall fanden, und wenn ein Theil von dieser Summe genommen wird, so finden die Pflanzen in dem Theile des Bodens, worin sie fehlen, die geeignete Nahrung nicht mehr vor.

Man denke sich nur, daß seit einigen hundert Jahren unsere Vorfahren diesen Grundsatz in seiner ganzen Strenge befolgt hätten, welch ein Paradies an Fruchtbarkeit würde Deutschland sein!! Die Nichtbefolgung dieses Grundsatzes ist die Ursache der Verarmung der Länder und die Quelle aller Noth, deren Beseitigung durch die Theilung des Besitzes immer schwieriger wird.

Es giebt nur einen einzigen Dünger, welcher die Fruchtbarkeit der Felder dauernd erhält, und dieß ist der Stalldünger, und wenn die Bedürfnisse der Zeit den Landwirth veranlassen, Mittel ausfindig zu machen, um ihn vollständig in allen seinen Wirkungen zu ersetzen, so kann dieß vernünftiger Weise mit Erfolg nur geschehen, wenn wir a l l e  s e i n e Be-

standtheile ersetzen. Am nächsten liegt es für uns, den Aeckern die Mineralbestandtheile wiederzugeben in gleicher Menge und in demselben Verhältnisse, in welchem sie denselben entzogen worden sind, keiner darf fehlen.

Es ist demnach ganz unbestreitbar, sowie wir auf den Stalldünger verzichten und dem Felde nur einen seiner Bestandtheile, die Ammoniaksalze, geben, die Anwendung dieser Ammoniaksalze uns nothwendig zwingt, die übrigen Bestandtheile in der Form von Mineraldünger zu geben.

Durch Ammoniaksalze allein ohne Mineraldünger, bei Ausschluß von Stalldünger, ist auf die Dauer gar keine Cultur möglich. Zu diesen Schlüssen führen die Versuche des Herrn Lawes, und man wird wohl zugeben müssen, was ich im Eingange gesagt habe, daß unter allen Untersuchungen keine mehr als die seinige geeignet ist, der sogenannten Mineraltheorie den Weg zu bahnen.

Herr Lawes wird durch seine eigenen Resultate in einem so hohen Grade zu diesem Schlusse selbst gedrängt, daß nur die beinahe komische Beharrlichkeit, mit welcher er an seiner ursprünglichen Idee festhält, es erklärlich macht, daß er nicht ganz von selbst darauf gekommen ist. Lawes sagt Vol. VIII, p. 21: „In den letzten sieben Jahren hat dieses Feld einen immensen Verlust an Mineralsubstanzen erlitten, wirksam gemacht für die Pflanzen mit Hülfe des Ammoniaks, und die Producte des Jahres 1846 zeigen, daß die mineralische Beschaffenheit stets nur wenig beeinträchtigt war. Die jetzige Ernte 1847 zeigt Merkmale einer entgegengesetzten Beschaffenheit des Bodens. In einigen Versuchen, in welchen die Mineralbestandtheile nicht wiedererstattet wurden, brachten die Ammoniaksalze ihre gewohnte Wirkung nicht hervor und

Mineraldünger wird jetzt anzuwenden sein, um den natürlichen Ertrag zu steigern."

Es wäre sicherlich sehr interessant gewesen, wenn die mit Ammoniaksalzen angestellten mißlungenen Versuche ebenso ausführlich in der Quantität der Erträge von Herrn Lawes beschrieben worden wären, als die nach seinen Ansichten mißlungenen Versuche mit dem Mineraldünger; denn das Verhältniß war das nämliche, nur umgekehrt. Der Mineraldünger wirkte nicht die Erträge erhöhend, so lange seine Felder einen Ueberschuß an Bodenbestandtheilen enthielten; das Ammoniak brachte seine gewohnte Wirkung nicht hervor, als die Ammoniaksalze im Ueberschuß darin vorhanden waren.

Ferner Vol. XII, p. 25: „Daß in den Mineralbestandtheilen auf verschiedenen unserer Versuchsfelder ein Mangel eintrat, darüber haben wir in unseren gesammelten Resultaten, sowohl was die Rüben, Bohnen und den Weizen betrifft, genügende Gewißheit."

Die schönste Rechtfertigung der Mineraltheorie ist aber Folgendes, Vol. XII, p. 26 und 27: „Wir verwahren uns aber, zu behaupten, daß wenn eine wohlfeile Quelle von Ammoniak entdeckt werden würde, wir ungestraft unsere Felder durch Kornbau mit dessen Hülfe erschöpfen dürften; ganz im Gegentheil, wir geben vollständig zu (fully admit), daß durch ein solches Verfahren die Mineralbestandtheile bald mangeln würden."

Ferner Vol. XII, p. 26: „Aus dem Obigen (der Zusammenstellung in Zahlen der mit Ammoniaksalzen allein und mit Mineraldünger und Ammoniaksalzen zusammen erzielten Erträge in den Jahren 1845 bis 1850) ergiebt sich, daß, obwohl das Stück Nr. 10 a in jedem Jahre mit Ammoniak-

salzen allein einen beträchtlichen Mehrertrag über den des ungedüngten Feldes gab, so waren dennoch die dem Boden einverleibten Ammoniaksalze unzweifelhaft im Ueberschuß im Vergleich mit den im Boden vorhandenen verwendbaren Mineralbestandtheilen; denn in allen Fällen, in welchen Mineralsubstanzen ebenso reichlich gegeben wurden, hatten wir an Korn und Stroh, oder an beiden, stets einen bedeutend größeren Mehrertrag."

Es ist nach diesen Thatsachen wohl überflüssig, über die Wirkung der mineralischen Nahrungsmittel und insbesondere über die Art und Weise der Wirkung des Ammoniaks ein Wort mehr zu sagen.

Die Mineralsubstanzen wirken (wie aus den Erträgen des ungedüngten Feldes hervorgeht) ohne alle Zufuhr von Ammoniak.

Das Ammoniak wirkt auf die Erträge steigernd, nur wenn die Mineralsubstanzen in gehöriger Menge und geeigneter Beschaffenheit im Boden vorhanden sind.

Das Ammoniak ist wirkungslos, wenn die Mineralbestandtheile fehlen. Die Wirkung des Ammoniaks beschränkt sich demnach auf eine Beschleunigung der Wirkung der Mineralsubstanzen in einer gegebenen Zeit, und unter gleichen Verhältnissen stehen die Erträge der Felder im geraden Verhältnisse zu der Menge der im Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsmittel oder, in der gewöhnlichen Sprache der Landwirthe ausgedrückt, zu dem Bodenreichthum.

Wenn man die Abhandlungen des Herrn Lawes mit Aufmerksamkeit liest, so wird Jedermann die merkwürdige Ungleichheit des Styls sehr auffallend finden; auf einen Satz, welcher deutlich zeigt, daß der Autor von einer Theorie gar

nichts weiß, folgt ein anderer, aus welchem ganz unzweifelhaft eine Bekanntschaft mit wissenschaftlichen Principien erschlossen werden muß; es ist wie wenn zwei Personen die Abhandlungen geschrieben hätten, ein Landwirth und ein Chemiker, von denen der eine den anderen nicht verstand. Zu der Stylprobe S. 43 füge ich die folgende Stelle Vol. XII, p. 14; beide mögen darthun, welche Begriffe der Verfasser von Agriculturchemie hat*).

„Mit anderen Worten, der Zusatz von Ammoniaksalzen zu Liebig's Mineraldünger hat den Ertrag nahe um 9 Bushels Korn pr. Acre über den des mit dem Mineraldünger allein gedüngten Stücks vergrößert (um 11 Bushels Korn über das ungedüngte Stück), während der Mehrertrag über das ungedüngte Stück bei Anwendung von 14 Tonnen Stalldünger nur 9¼ Bushels betrug."

„Wenn dann die mechanische Form und chemische Beschaffenheit des sogenannten Mineraldüngers gefehlt hat, so hat zum wenigsten der Zusatz des schwefelsauren Am-

*) Die Stelle bezieht sich auf eine Aeußerung in meinen chemischen Briefen, 3. Aufl. S. 595, wo ich sagte:

„Die Aufgabe der Landwirthschaft heutzutage ist nicht mehr Beweise für diese Wahrheit (daß Pflanzen von dem Boden aus, zu ihrer Entwickelung gewisse Bestandtheile bedürfen) zu suchen, welche keines ferneren Beweises bedürfen, und die kein Naturforscher bezweifelt, sondern es handelt sich darum, den Stallmist, dieses Universal-Nahrungsmittel durch seine Bestandtheile mit seiner ganzen Wirksamkeit zu ersetzen, und dieß kann erst geschehen, wenn wir gelernt haben werden, was wir nur unvollkommen wissen, den einzelnen Bestandtheilen vereinigt, die zur Aufnahme und Ernährung erforderliche mechanische und chemische Beschaffenheit zu geben, denn dieß ist die nothwendige Vorbedingung zu ihrer Wirksamkeit; ohne die geeignete Form werden sie den Stallmist nicht vollständig ersetzen. Alle Arbeiten müssen diesem wichtigen Ziele zugewendet sein."

moniaks diesen Mangel vollständig ersetzt, und wenn auch ein Mineraldünger, gegründet auf die Kenntniß der Aschenbestandtheile einer Pflanze, ein großes Erforderniß sein mag, so dürfte der Landwirth einstweilen befriedigt bleiben, daß er in dem Ammoniak, was er im peruanischen Guano giebt, in Ammoniaksalzen und aus anderen Quellen ein so gutes Ersatzmittel hat*)."

Jedermann könnte hiernach glauben, daß es die Meinung des Herrn Lawes sei, es mache das Ammoniak die Anwendung des auf die Bekanntschaft mit den Aschenbestandtheilen gegründeten Mineraldüngers entbehrlich, und es könnten die letzteren durch das Ammoniak ersetzt werden; aber Seite 39 (Vol. XII.) sagt er: „Wenn die Theorie Liebig's einfach meint, daß die wachsende Pflanze in ihrem Bereich eine hinlängliche Menge mineralische Bestandtheile haben muß, die sie zu ihrer Entwickelung bedarf, so sind wir ganz und gar überzeugt von einer so augenscheinlichen Wahrheit (we fully and entirely assent to so evident a truism)."

Die beiden Sätze sind ganz unverträglich mit einander; denn wenn Herr Lawes zugiebt, daß die Mineralbestandtheile unentbehrlich für die Pflanzen sind, wie kann er behaupten, daß die Aschenbestandtheile ersetzbar sind durch Ammoniaksalze, d. h. daß sie dadurch entbehrlich gemacht werden können.

Eine wichtige Thatsache scheint mir durch die Versuche mit den Ammoniaksalzen mit ziemlicher Gewißheit festgestellt zu sein, und dieß ist bei Anwendung des schwefelsauren Ammoniaks die Entbehrlichkeit einer in Verwesung begriffenen kohlenstoffreichen Substanz**).

*) That he has in ammonia, supplied to him by Peruvian Guano, by ammoniacal salts, and by other sources so good a substitute.

**) In manchen Versuchen hat Herr Lawes, um die Wirksamkeit einer

Wenn man nämlich die Erträge der mit Ammoniaksalzen und Stalldünger gedüngten Stücke mit einander vergleicht, so ergiebt sich, daß

| 1 Acre liefert | | Korn. | Stroh. |
| --- | --- | --- | --- |
| gedüngt mit 14 Tonnen Stalldünger . . . . . . . | | 1826 Pfd. | 2454 Pfd. |
| mit Liebig's Mineraldünger und 2 Ctr. Ammoniaksalz | | 1967 „ | 2571 „ |
| mit verschiedenen Mischungen Mineraldüng. u. Amm.-Salz, siebenjähriger Durchsch. . . . . . | Stück 2 | 1978 „ | 3361 „ |
| ditto | St. 18a | 1922 „ | 3247 „ |
| ditto | St. 18b | 1833 „ | 3189 „ |

In diesen Versuchen wurden drei Stücke, ein jedes sieben Jahre lang mit Ausschluß aller organischen Substanzen mit Mineraldünger gedüngt (Bodenbestandtheile und Ammoniaksalze) und lieferten jedes Jahr einen höheren Ertrag an Korn und Stroh als ein gleiches Stück Feld, sieben Jahr

---

an Kohlenstoff reichen Materie gleichzeitig kennen zu lernen, seinen Mischungen Rapskuchen zugesetzt (calculated to supply a certain quantity of carbonaceous substance in which both corn and straw so much abound). Er hätte für diesen Zweck keine unpassendere Substanz wählen können; denn Rapskuchen gehören zu den stickstoffreichsten Düngmitteln und wirken durch ihren Aschengehalt gleich günstig auf die Samenproduction. Der Rapskuchen enthält, nach T. Way, 5$^1/_2$ Procent Stickstoff und 8 Procent Asche. Der Stickstoffgehalt macht soviel aus, daß 100 Theile Rapskuchen etwa 62 Procent gutem Guano entsprechen. Die Wirkung des Rapskuchens bezeichnet Herr Lawes durchgängig als die des kohlenstoffreichen Düngmittels! Es ist kaum zu entschuldigen, daß Dr. Gilbert, welcher als Chemiker Herrn Lawes seine Hülfe lieh, ihn vor solchen unverzeihlichen Mißgriffen nicht schützte.

lang, jährlich gedüngt mit 14 Tonnen = 308 Ctnr. Stalldünger (boxmanure).

Es geht hieraus hervor, daß der Stalldünger in seiner vollen Wirkung durch Mineraldünger ersetzt werden kann; aber nicht nur ersetzt, es kann durch Mineralsubstanzen allein (schwefelsaures Ammoniak und Salmiak sind Mineralsubstanzen) der Stalldünger in seiner ganzen Wirkung übertroffen werden.

Diese Thatsachen erscheinen mir deshalb so überaus wichtig, weil durch sie, im Einklang mit den Resultaten der chemischen Forschung, die früheren Ansichten über die Wirkung des Stalldüngers und der thierischen Excremente im Allgemeinen alle und jede Stütze verloren haben. Wir kennen jetzt das Etwas, was im Dünger wirkt und was den früheren landwirthschaftlichen Schriftstellern so unbegreiflich war, und es hat die Vorstellung, daß durch Einverleibung von wärmender erhitzender organischer Substanz im Boden, wie man an einem rauchenden Düngerhaufen sieht, der Stalldünger ein wärmeres Bodenklima herstelle, ihre Bedeutung, wenn sie je eine gehabt hat, gänzlich verloren.

Hieraus folgt, daß die organische Substanz, so nützlich sie auch ist, entbehrt, daß sie ersetzt werden kann durch die Kunst. Ich betrachte diese Erfahrungen vorläufig nur als einen Erwerb und Gewinn für die Feststellung eines wissenschaftlichen Grundsatzes und ich gebe gern zu, daß die Anwendung der Ammoniaksalze für den praktischen Landwirth, in Beziehung auf deren Vortheilhaftigkeit, nur von geringer Bedeutung ist.

Ich habe bereits früher die Wirkung der organischen Bestandtheile des Stalldüngers auf ihren eigentlichen Nutzen zurückzuführen und zu zeigen versucht, daß durch sie, in Folge

ihrer Verwesung, Kohlensäure entsteht, welche im Regenwasser gelöst, die unentbehrliche Bedingung für den Uebergang der phosphorsauren Erdsalze in den Organismus der Pflanze ist.

Da nun das schwefelsaure Ammoniak und der Salmiak in gleicher Weise wie die Kohlensäure, das Lösungsvermögen des Wassers für diese wichtigen Nahrungsmittel zu erhöhen vermögen, so bietet sich von selbst die Frage dar, ob ihre günstige Wirkung nicht zum großen Theil auf dieser Eigenschaft beruht? ob also in Lawes' Versuchen die ganze Wirkung der Ammoniaksalze nicht in zwei Wirkungen besteht, wovon die eine dem Ammoniak als Ernährungsmittel, die andere den Ammoniaksalzen oder ihrer Säure als Vertretern der Kohlensäure zugeschrieben werden muß; die Entscheidung dieser Frage dürfte geeignet sein, die Behauptung des Herrn Lawes (Vol. XII, p. 24): „Man würde der Wahrheit näher sein, zu sagen, daß die Ernten gestiegen und gefallen sind im Verhältniß der Steigerung oder Verminderung der Ammoniakzufuhr, welche dem Boden im Dünger gegeben würde," auf ihren wahren Werth zurückzuführen.

Wenn man untersucht, in welchem Verhältniß die Ernten gestiegen sind, über den Ertrag des ungedüngten Feldes in Lawes' Versuchen, mittelst Anwendung von Ammoniaksalzen, so ergiebt sich Folgendes:

Nach vorhergegangener Düngung mit 560 Pfund saurem phosphorsauren Kalk und 220 Pfund kieselsaurem Kali lieferte das Feld Nr. 10 a pr. Acre (= $0,_{405}$ Hectare) gedüngt mit Ammoniaksalzen in sechs Jahren von 1845 bis 1850 (s. Vol. XII, p. 16):

## A. 1845 — 1850.

| | Ertrag pr. Acre an Korn | und Stroh. |
|---|---|---|
| Stück Nr. 10a gedüngt mit 1960 Pfd. Ammoniaksalzen . . . . | 10728 Pfd. | 17703 Pfd. |
| Das ungedüngte Stück ertrug in derselben Zeit . . . . . . . | 6950 „ | 11172 „ |
| Mehrertrag durch 1960 Pfd. Ammoniaksalze . . . . . . . . | 3778 „ | 6939 „ |
| 1 Pfd. Ammoniaksalz brachte hiernach einen Mehrertrag hervor von . | $1_{,818}$ „ | $3_{,34}$ „ |

Während also 1 Acre Feld, ohne irgend Ammoniak empfangen zu haben, 6950 Pfund Korn und 11172 Pfund Stroh geliefert hat, erhöhte jedes einzelne Pfund Ammoniaksalz den ganzen Ertrag um nahe an 2 Pfund Korn und an $3^1/_3$ Pfund Stroh.

Herr Lawes erhielt ferner (Vol. XII, p. 10) durch Düngung mit Ammoniaksalzen:

## B. 1845.

| | Ertrag pr. Acre an Korn | und Stroh. |
|---|---|---|
| Stück Nr. 9 und Nr. 10 gedüngt mit 672 Pfd. Ammoniaksalzen . | 4111 Pfd. | 8324 Pfd. |
| Stück Nr. 3 und Nr. 5 a ungedüngt | 2872 „ | 5380 „ |
| Mithin Mehrertrag mittelst 672 Pfd. Ammoniaksalz . . . . . | 1239 „ | 3044 „ |
| 1 Pfd. Ammoniaksalz lieferte Mehrertrag | $1_{,84}$ „ | $4^1/_2$ „ |

ferner:

## C. 1846.

| | | |
|---|---|---|
| Stück Nr. 10 a gedüngt mit 224 Pfd. Ammoniaksalzen . . . . . | 1850 Pfd. | 2244 Pfd. |
| Stück Nr. 10 b ohne alle Düngung | 1216 „ | 1455 „ |

| | Ertrag pr. Acre an Korn | und Stroh. |
|---|---|---|
| Mehrertrag mittelst 224 Pfd. Ammoniaksalz . . . . . . . . | 634 Pfd. | 789 Pfd. |
| 1 Pfd. Ammoniaksalz lieferte Mehrertrag | $2_{,82}$ " | $3^1/_2$ " |

**D. 1846.**

| | | |
|---|---|---|
| Liebig's Weizendünger 448 Pfd. Ammoniaksalz 224 " . | 1967 Pfd. | 2571 Pfd. |
| Stück Nr. 3 ohne alle Düngung . . | 1207 " | 1513 " |
| D. Mehrertrag mittelst 224 Pfd. Ammoniaksalz für 1 Pfd. . | $3_{,43}$ " | $4_{,7}$ " |
| C. Mehrertrag mittelst 224 Pfd. Ammoniaksalz für 1 Pfd. . | $2_{,82}$ " | $3_{,5}$ " |
| B. Mehrertrag mittelst 336 Pfd. Ammoniaksalz für 1 Pfd. . | $1_{,84}$ " | $4_{,5}$ " |
| A. Mehrertrag mittelst 326 Pfd. (Mittel) Ammoniaksalz für 1 Pfd. | $1_{,81}$ " | $3_{,34}$ " |

Aus diesen Zahlen sieht man deutlich, wie grundlos die obige Behauptung des Herrn Lawes ist; denn anstatt für ein Pfund Ammoniaksalz den gleichen Mehrertrag zu erhalten, den er, wäre seine Ansicht richtig, hätte erhalten müssen, erntete er auf denjenigen Feldern, welche 224 Pfund Ammoniaksalz empfangen hatten, anderthalb bis doppelt soviel Korn und Stroh für 1 Pfund Ammoniaksalz als auf den anderen Feldern, die mit der Hälfte mehr Ammoniaksalz gedüngt worden waren.

Es ist hiernach, wie ich glaube, durch Herrn Lawes' eigene Versuche bewiesen, daß der Mehrertrag eines Feldes nicht im Verhältniß steht zu der Menge Ammoniaksalz, die im Dünger gegeben wurde, und wir wollen jetzt untersuchen, in welchem Verhältniß er stand zu der Menge des zugeführten und verwendeten Ammoniaks.

Das Feld Nr. 10 a hatte sechs Jahre hinter einander durch Düngung mit 1960 Pfund Ammoniaksalz einen Mehrertrag von 3778 Pfund Korn und 6939 Pfund Stroh geliefert.

Wenn man nun den mittleren Stickstoffgehalt der Weizenkörner zu 2 Proc. und den des Strohes zu $0,_4$ Proc. nach den vorhandenen Analysen beider annimmt, so ergiebt sich, daß beide Producte (des Mehrertrags) zusammen etwa 100 Pfund Stickstoff enthalten.

Die nämliche Quantität Stickstoff ist in 430 Pfund der beiden angewendeten Ammoniaksalze enthalten, in der Voraussetzung, daß sie chemisch rein gewesen sind, worauf es aber vorläufig nicht ankommt.

Wenn hiernach das Ammoniak in den Ammoniaksalzen als Nahrungsmittel gedient und den Stickstoffgehalt des Mehrertrags geliefert hätte, so würden von den 1960 Pfund Ammoniaksalzen in den sechs Culturjahren 430 Pfund oder in jedem Jahre etwa 72 Pfund in die Pflanzen übergegangen sein; der ganze Rest von 1500 Pfund Ammoniaksalzen ist als Ueberschuß in dem Felde verblieben. Da nun die ganze Quantität der Ammoniaksalze nicht in einem Jahre, sondern nach einander in sechs Jahren dem Felde gegeben wurde, so war in jedem folgenden Jahre der Boden reicher daran als im vorhergehenden; es blieb vom Jahre vorher ein Rest, der die jährlich zugesetzte Menge vergrößerte.

Zieht man nun von der Summe der jährlich dem Boden gegebenen Pfunde Ammoniaksalz die Menge dieser Salze ab, welche Antheil an der Vegetation genommen haben kann und von der vorausgesetzt wird, daß sie in dem geernteten Mehrertrag dem Felde entzogen wurde, so hat man:

| Das Feld empfing | | Ammoniaksalz | In die Pflanzen gingen über Ammoniaksalz. | |
|---|---|---|---|---|
| im Jahre 1845 | | 336 Pfd. | 72 Pfd. | Rest 254 Pfd. |
| im Jahre 1846 | 224 Pfd. | 478 „ | 72 „ | „ 406 „ |
| Rest von 1845 | 254 „ | | | |
| im Jahre 1847 | 300 „ | 706 „ | 72 „ | „ 634 „ |
| Rest von 1846 | 406 „ | | | |
| im Jahre 1848 | 300 „ | 934 „ | 72 „ | „ 862 „ |
| Rest von 1847 | 634 „ | | | |
| im Jahre 1849 | 400 „ | 1262 „ | 72 „ | „ 1192 „ |
| Rest von 1848 | 862 „ | | | |
| im Jahre 1850 | 400 „ | 1592 „ | 72 „ | „ 1520 „ |
| Rest von 1849 | 1193 „ | | | |

Das Stück lieferte einen Mehrertrag über das angedüngte Feld:

| | Ammoniaksalz. | | Korn. | Stroh. |
|---|---|---|---|---|
| im Jahre 1845 | 336 Pfd. | . . | 539 Pfd. | 1554 Pfd. |
| „ „ 1846 | 478 „ | . . | 643 „ | 731 „ |
| „ „ 1847 | 706 „ | . . | 579 „ | 989 „ |
| „ „ 1848 | 934 „ | . . | 382 „ | 655 „ |
| „ „ 1849 | 1262 „ | . . | 914 „ | 1240 „ |
| „ „ 1850 | 1592 „ | . . | 721 „ | 1370 „ |

Somit erhöhten im Jahre:

| | Ammoniaksalz. | | Korn. | | Stroh. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1845 | 100 Pfd. | den Ertrag pr. Acker um | 160 Pfd. | und | 460 Pfd. |
| 1846 | 100 „ | „ „ „ „ „ | 134 „ | „ | 153 „ |
| 1847 | 100 „ | „ „ „ „ „ | 82 „ | „ | 140 „ |
| 1848 | 100 „ | „ „ „ „ „ | 40 „ | „ | 70 „ |
| 1849 | 100 „ | „ „ „ „ „ | 73 „ | „ | 98 „ |
| 1850 | 100 „ | „ „ „ „ „ | 45 „ | „ | 86 „ |

Ich gebe gern und im Voraus alle Einwürfe zu, welche man dieser Rechnung machen kann, ich gebe zu, daß die Ammoniaksalze 10 — 15 Proc. Unreinigkeiten enthielten, also nicht chemisch rein waren, ich gebe bereitwilligst zu, daß die Zahlen, welche den Zuwachs an Ammoniaksalzen auf demselben Felde in den auf einander folgenden Jahren ausdrücken, nicht genau sind, indem durch den Regen eine gewisse Quantität davon in eine solche Tiefe geführt worden sein mag, daß dieser Theil für die Pflanze wirkungslos blieb; aber es steht unzweifelhaft fest, daß der Gehalt des Feldes an Ammoniaksalzen, welches auch seine Menge gewesen sein mag, in jedem Jahre zunahm, weil die Ammoniaksalze nicht flüchtig sind und der Ueberschuß im Boden bleiben mußte, und, dieß als eine unbestreitbare Thatsache angenommen, stellen diese Zahlen fest, daß, wie die früheren Versuche bereits ergeben haben, der Ertrag mit der Zunahme an Stickstoff im Boden nicht im Verhältniß stieg, sondern daß (wenn das Jahr 1848 ausgeschieden wird) auf dieselbe Menge Stickstoff der Ertrag fortwährend abnahm. Die Erträge, auf 100 Pfund Ammoniaksalz berechnet, bleiben, alle Fehler eingeschlossen, relativ richtig; sie drücken aus nicht die absoluten, aber die relativen Erträge an Korn und Stroh für eine gleiche Menge Ammoniaksalz, d. h. Stickstoff. Da nun das Feld schon im zweiten Jahre zweimal, im dritten dreimal, im vierten über viermal, im fünften über sechsmal, im sechsten über siebenmal so viel Stickstoff in den zugeführten Ammoniaksalzen empfangen hatte, als die ganze Ernte an Korn und Stroh (Ertrag des ungedüngten Stückes plus Mehrertrag) an Ammoniak zur Erzeugung aller darin enthaltenen stickstoffhaltigen Producte bedurfte, so ergiebt sich augenscheinlich, daß die Ernten in gar keinem Verhältniß zu der

Steigerung der Stickstoffzufuhr standen, welche der Boden empfangen hatte*).

Wenn man im Auge behält, daß es die Aufgabe der Naturforschung ist, den Grund der Wirkung der Ammoniaksalze aufzusuchen, so darf man dabei nicht vergessen, daß die Erhöhung der Erträge an sich, durch die Anwendung derselben, als eine feststehende Thatsache zu betrachten ist, welche in keiner Weise durch eine Ansicht über ihre Ursache geändert werden kann.

Bei der Erklärung der Wirkung der Ammoniaksalze kommen, wie bereits bemerkt, zwei Eigenschaften in Betracht, die eine beruht in dem Ammoniak als Nahrungsmittel, die andere in dem schwefelsauren Salz als Lösungsmittel für gewisse Bodenbestandtheile.

Wenn das Ammoniak als Nahrungsmittel die günstige Wirkung ausgeübt hätte, so wie Herr Lawes angenommen hat, so bleibt es ganz unerklärlich, warum ein so

*) Es ist in der neuesten Zeit von Herrn Ph. Pusey die Ansicht aufgestellt worden, daß die Salpetersäure (welche, wie ich vor 26 Jahren gezeigt habe, einen Bestandtheil des Regenwassers, namentlich des Gewitterregens ausmacht) eine zweite Hauptquelle des Stickstoffs sei. In Beziehung auf die Frage, ob diese Säure Antheil an dem Pflanzenleben nehme, habe ich mich in meinem Buche S. 303 ausgesprochen: „Ganz dasselbe muß für die salpetersauren Salze gelten. Wir haben darin Stickstoff in einer anderen Form wie im Ammoniak, die Salpetersäure oder salpetrige Säure ist die dem Ammoniak gerade entgegengesetzte Verbindung; wir sehen „daß in dem Organismus der Pflanzen, die Kohlensäure und das Wasser, deren Bestandtheile mit einer weit größeren Kraft zusammengehalten sind, eine Zerlegung erfahren. Wir betrachten die Schwefelsäure als eine Quelle für den Schwefel. Warum sollte die Salpetersäure nicht durch die nämlichen Ursachen eine ähnliche Zerlegung erfahren, warum sollte ihr Stickstoff nicht ähnlich wie der Kohlenstoff oder Schwefel zu einem Bestandtheile eines Pflanzentheils werden können?“

ungeheurer Ueberschuß nöthig gewesen ist, um den im Verhältniß so geringen Mehrertrag über das nicht gedüngte Feld zu erhalten. Denn von dem letzteren erntete man ja in derselben Zeit, ohne daß dasselbe nur eine Spur Ammoniaksalz empfing, an Korn und Stroh gerade doppelt so viel, als wie der Mehrertrag betrug. Man sollte denken, daß der vierte, vielleicht dritte Theil von der gegebenen Menge hätte genügen müssen, um eine gleiche Steigerung im Ertrage hervorzubringen.

Wirkte hingegen ein kleiner Theil des Ammoniaks als Ernährungsmittel, und der bei weitem größte Theil des Salzes als Lösungsmittel für die phosphorsauren Erdsalze und Silikate, so erklärt sich ihre Wirkung auf eine befriedigendere Weise; denn in diesem Falle steht dieselbe im Verhältniß zu der in die Pflanze übergegangenen und verdunsteten Wassermenge, dessen Lösungsvermögen für diese Stoffe dadurch vermehrt wurde. Die Wirkung der phosphorsauren Erdsalze, der löslichen Silikate, ist abhängig von ihrer Menge, ihre Wirkung in einer gewissen Zeit steht im Verhältniß zur Menge, welche in die Pflanze übergeht in dieser Zeit, die letztere steht im Verhältniß zu ihrer Löslichkeit im Regenwasser und zu dem Volum Regenwasser, welches in die Pflanze aufgenommen worden ist.

Beide Eigenschaften, die des Ammoniaks als Nahrungsmittel und die der Ammoniaksalze als Lösungsmittel, haben sicherlich zusammengewirkt, um den höheren Ertrag zu geben; denn da der Mehrertrag an Stroh und Korn des mit Ammoniaksalzen gedüngten Stückes (28431 Pfund Korn und Stroh) sich zu dem des ungedüngten Stückes (18122 Pfund Korn und Stroh) verhält wie 2: 3, oder die Hälfte des Ertrags des angedüngten Stückes ausmacht, und darin eben

so viel kieselsaures Alkali und phosphorsaure Salze enthalten sein müssen, wie in der halben Ernte von dem ungedüngten Stücke, und da ferner das Ammoniak diese nothwendigen Bestandtheile der Weizenpflanze nicht vertritt und nicht ersetzen kann, so ist es evident, daß durch die Vermittelung der Ammoniaksalze diese ganze Quantität an Bodenbestandtheilen löslich und verwendbar für die Pflanze geworden ist; sie haben bewirkt, daß das Regenwasser in demselben Volum, die Hälfte mehr in derselben Zeit, aufgelöst und in die Pflanze übergeführt hat, als ohne dieselben das ungedüngte Stück an sie abgab.

Ich halte es für wahrscheinlich, daß die Ammoniaksalze in dieser letzteren Eigenschaft ersetzt werden können, daß also die Chemie die Mittel auffinden wird, die für die Weizenpflanze unentbehrlichen Silikate und phosphorsauren Erden löslicher zu machen, und daß alsdann das Hinderniß des hohen Preises hinweggeräumt sein wird, welches die Anwendung der Ammoniaksalze so sehr beschränkt. Das ganze Streben der Agriculturchemie muß der Beseitigung dieser Hindernisse zugewendet werden.

Nach Allem, was wir durch die Cultur anderer Gewächse erfahren haben, ist die Atmosphäre reich genug an Ammoniak, um mehr als der doppelten Menge Korn und Stroh, die auf dem ungedüngten Stück des Herrn Lawes geerntet wurden, den nothwendigen Stickstoff zu liefern. Wir wissen, daß eine Ernte Rüben, auf einem Boden gewachsen, der kein Ammoniak, sondern bloß sauren phosphorsauren Kalk empfangen hatte, zwei- bis dreimal mehr Stickstoff in seinen stickstoffhaltigen Bestandtheilen liefert, als eine volle Ernte Weizen im Korn und Stroh enthält; daß ein mit Klee, Topinambur oder Erbsen bestelltes Feld, welches nicht mit stickstoffhaltigen

Stoffen gedüngt wurde, aus der Atmosphäre in den Producten derselben eine größere Menge Stickstoff verdichtet, als man von einem auf's reichlichste mit Ammoniaksalzen gedüngten Weizenfeld in seinen Producten erntet.

Wenn wir diese die Fruchtbarkeit des Bodens oder die Wirksamkeit der Bodenbestandtheile steigernden Mittel besitzen, so wird die Frage zur Erledigung kommen können, ob das Ammoniak als Bestandtheil des Düngers nicht vielleicht ganz entbehrlich ist, oder ob diejenige Menge, welche auf jedem Gute gesammelt werden kann, nicht ganz vollkommen für alle Zwecke der Cultur ausreicht.

Es ist sehr zu beklagen, daß Herr Lawes nicht eine Reihe von Versuchen in dieser Richtung unternahm. Wenn er das Stück Nr. 10 a im ersten Jahre mit 336 Pfund Ammoniaksalzen gedüngt und dann in den fünf darauf folgenden Jahre dem Boden nur 72 Pfund von diesen Salzen als Ersatz der von den Pflanzen verbrauchten Menge hinzugefügt hätte, so würden sich zwei Fälle herausgestellt haben; entweder das Stück hätte denselben Mehrertrag wie von 1960 Pfund Ammoniaksalzen ergeben, oder er wäre geringer ausgefallen; in dem einen Falle würde sich mit etwas mehr Gewißheit haben schließen lassen, daß die gesteigerte Fruchtbarkeit bedingt gewesen sei durch das Ammoniak als Nahrungsmittel; in dem anderen wäre bewiesen gewesen, daß der Grund der Wirksamkeit des großen Ueberschusses an diesen Salzen, in der Erhöhung der Löslichkeit der Bodenbestandtheile gesucht werden müsse. Dieß ist wenigstens der Weg in der Naturforschung, um Antwort auf bestimmte Fragen zu bekommen.

Die Erledigung dieser für die praktische und theoretische Landwirthschaft so überaus wichtigen Fragen knüpft sich an die Reihe von Versuchen, die ich in Beziehung auf die Wirk-

samkeit der Mineralbestandtheile in ihren verschiedenen Zuständen der Löslichkeit vorgeschlagen habe. Man könnte beide Versuchsreihen mit einander verbinden und einen Versuch mit Mineraldünger allein, und einen zweiten mit Mineraldünger, dem eine berechnete Menge Ammoniaksalz, in Wasser aufgelöst, zugesetzt ist, machen, so viel Ammoniaksalz etwa, als hinreichend ist, um einer drittel oder halben Ernte Korn und Stroh den nothwendigen Stickstoff darzubieten. Die Resultate würden über die Nützlichkeit der Ammoniakdüngung für gewisse Pflanzen entscheidend sein.

Aus der Vergleichung der geernteten Producte des ungedüngten Stückes Nr. 3 mit dem Mehrertrag des mit Ammoniaksalzen gedüngten Nr. 10 a, ergiebt sich, daß die Wirkung der Bodenbestandtheile für sich allein (ohne Ammoniak) die doppelte war von der Wirkung von 1960 Pfund, d. h. eines ganz enormen Ueberschusses von Ammoniaksalzen. Diese Zahlen sprechen deutlicher vielleicht, als was ich mir so viele Mühe in meinem Buche gegeben habe auseinanderzusetzen, daß es in der praktischen Landwirthschaft zur Erzielung höherer Erträge und einer höheren Rente weit mehr auf die Beseitigung der Widerstände der Herstellung einer geeigneten physikalischen Beschaffenheit, auf die Menge und den Zustand der Löslichkeit der Bodenbestandtheile ankommt, als auf das Ammoniak; daß es bei armen Feldern weit wichtiger ist, Sorge zu tragen für den richtigen Ersatz und die Bereicherung des Feldes an den unentbehrlichen mineralischen Nahrungsstoffen, als auf die Zufuhr von Ammoniaksalzen allein. Welche Wirkung in dieser Hinsicht das Entwässerungssystem (Drainage-System) gehabt hat, weiß Jedermann; bei manchen Landwirthen stiegen dadurch die Erträge um die Hälfte, bis auf das Doppelte.

Die Wirkung der Ammoniaksalze auszumitteln, wie es Herr Lawes gethan hat, und die Anwendung derselben für das Wachsthum des Weizens zu empfehlen, scheint mir mehr ein Spott auf den gegenwärtigen Zustand der Landwirthschaft zu sein; denn alle Ammoniaksalze, welche in ganz Europa fabricirt werden, reichen nicht hin, um die Felder des Königreichs Sachsen in den von Herrn Lawes angewendeten Quantitäten damit zu versehen. Daß die stickstoffhaltigen Dünger für eine große Anzahl Pflanzengattungen wirksam sind, weiß man seit Jahrhunderten; daß die wirksamen Mineralsubstanzen bei Zusatz von Ammoniak wirksamer werden, als sie es ohne dieses Nahrungsmittel sind, dieß sind, wie aus den Citaten aus meinem Buche hervorgeht, einfache Folgerungen aus der Theorie, zu deren Prüfung es keiner Versuche bedurfte. Aber den Boden durch die Kunst so zubereiten, daß er befähigt wird, in seinen darauf wachsenden Producten ein Maximum von Stickstoff aus der Atmosphäre und der von der Natur den Pflanzen angewiesenen Quelle zu schöpfen, dieß ist eine Aufgabe, würdig der wissenschaftlichen Landwirthschaft.

Die Resultate des Herrn Lawes haben für seinen nächsten Nachbar, ja für ihn selbst keinen Werth; denn das Recept, zu dem er kommt, paßt nur auf seine Aecker, und auf diese nur eine ganz beschränkte Anzahl Jahre. Ein neuer Grundsatz, der einen bestehenden berichtigt, eine verbesserte Culturmethode, ist aus seinen Versuchen nicht hervorgegangen, und wenn er die Hülfe des Herrn Dr. Gilbert in Beziehung auf chemische Analysen dabei in Anspruch genommen hat, so ist diese Art Agriculturchemie nichts weiter als ein Putz, mit welchem man Leichen schmückt. Man wird mir gestatten, zu behaupten, daß ich den Werth einer Analyse kenne, es wird meiner Meinung nach noch eine lange Zeit vorüber-

gehen, ehe man sie auf die Lösung landwirthschaftlicher Fragen (abgesehen von den Dünger- und Boden-Analysen) anwenden kann. Unendlich wichtigere Aufgaben als diese sollten die Agriculturchemiker beschäftigen; es ist aber freilich weit schwieriger, einen Mann zu finden, der im Nachdenken mehr geübt wie in der Analyse ist.

Das Ammoniak als Dünger für sich, wenn der Boden an Mineralbestandtheilen Mangel hat, ist dem Branntwein gleich, den der Arme genießt, um seine verwendbare Arbeitskraft in einer gegebenen Zeit zu steigern, und seine Wirkung hat wie dieser eine entsprechende Erschöpfung zur Folge. Es ist vergeblich, wenn der Landwirth auf eine noch unentdeckte Quelle von Ammoniak hofft, und auch wenn sie entdeckt wäre und auf's reichlichste flösse, so würde der Landwirth, der seinen Kindern fruchtbare Felder hinterlassen will, immer wieder auf das unwandelbare Naturgesetz zurückkommen müssen, daß dem Felde an Bodenbestandtheilen wieder erstattet werden muß, was er demselben in der Ernte genommen hat. Keine Entdeckung, kein Fortschritt wird jemals im Stande sein, die Tragweite dieses Gesetzes zu kürzen.

Um nicht neue Zweifel zu wecken und ein Mißverständniß fortzusetzen, was ich, wiewohl vergeblich, in meinem Buche glaubte unmöglich gemacht zu haben, wiederhole ich, was ich S. 277 sagte: „Um jedes Mißverständniß zu vermeiden, muß wiederholt darauf aufmerksam gemacht werden, daß die vorangegangene Auseinandersetzung in keiner Weise mit der Wirkung des künstlich zugeführten Ammoniaks oder der Ammoniaksalze im Widerspruch steht. Das Ammoniak ist und bleibt immer die Quelle alles

Stickstoffs für die Pflanzen, seine Zufuhr ist nie nachtheilig, immer nützlich, für gewisse Zwecke durchaus unentbehrlich." — Ich wiederhole also nochmals, daß ich das Ammoniak und die Ammoniaksalze für außerordentlich nützlich, ja heute noch für ganz unentbehrlich halte, um die Erträge unserer Felder über eine gewisse Grenze hinaus ohne Anwendung von Stalldünger zu steigern. Dieß ist eine ganz bestimmte und anerkannte Thatsache, welche jeder Landwirth durch gute Einrichtungen seiner Düngstätten zu verwerthen weiß und mit Vortheil benutzt. Worauf ich aufmerksam mache und die Versuche der wissenschaftlichen Landwirthe hinlenken möchte, dieß ist die Vorstellung, welche die Analyse der Wirkung der Ammoniaksalze in Herrn Lawes' Versuchen befestigt hat, daß durch gewisse Verbesserungen in der Behandlung der Felder und des Düngers das Ammoniak nicht als Nahrungsmittel, sondern als Beförderungsmittel der Wirksamkeit gewisser Bodenbestandtheile entbehrlich ist, oder entbehrlich gemacht werden kann. Ich halte es für einen Irrthum, den Werth eines Düngers nach seinem Stickstoffgehalt zu tariren, und es können deshalb die Poudrette und der Guano mit dem Ammoniak und den Ammoniaksalzen durchaus nicht in gleiche Linie gestellt werden, weil diese eine Menge Nahrungsstoffe neben dem Ammoniak enthalten, welche den Pflanzen eben so wichtig, ja weit wichtiger sind, als es das Ammoniak für sich ist. Bei jedem Düngstoff müssen die Aschenbestandtheile mit in Rechnung genommen werden.

Wenn man nun in Betrachtung zieht, daß das Stück Nr. 3 ungedüngt in sieben Jahren einen Ertrag lieferte von 20165 Pfd. Stroh und Korn;

daß das gedüngte Feld Nr. 10 a in derselben Zeit einen Ertrag gab von 30559 Pfd. Korn und Stroh;

daß die Ernte des ungedüngten Stückes die Summe der Wirkung der Bodenbestandtheile war ohne Ammoniak;

daß die Ernte des gedüngten Stückes die Wirkung der nämlichen Summe von Bodenbestandtheilen war plus 560 Pfd. sauren phosphorsauren Kalk, plus 220 Pfd. lösliches kieselsaures Kali, plus 1960 Pfd. Ammoniaksalze;

so geht hieraus hervor, daß der höhere Ertrag keineswegs die Wirkung des Ammoniaks allein war, wie Herr Lawes verstanden haben will, sondern die genannten wirksamen Bodenbestandtheile haben ihren Theil an der Wirkung gehabt.

Welches sind nun die Umstände, in welchen die Theorie einen solchen gesteigerten Ertrag in Aussicht stellt?

Die Antwort findet sich S. 174 meines Buches:

„Die Cerealien bedürfen der Alkalien, der löslichen kieselsauren Salze. Ist nebenbei eine verwesende Materie vorhanden, welche der Pflanze Kohlensäure liefert, so wird ihre Entwickelung befördert, aber nothwendig ist sie nicht. Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Getreidepflanzen unentbehrlichen phosphorsauren Salze, so haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt."

Unter welchen Umständen hat nun Herr Lawes diese höheren Erträge erzielt? Er gab seinem Boden lösliches kieselsaures Kali, er gab ihm phosphorsauren Kalk und Ammoniaksalze, er kam also nach siebenjährigen Versuchen zu Resultaten, welche in vollkommenstem Einklang stehen mit der Theorie, zu Thatsachen, welche ganz unverwerfliche Beweise für ihre Wahrheit sind. Es ist ganz unmöglich, zu glauben, daß er irgend eine Kenntniß dieser Theorie gehabt, daß er meine Lehre gekannt hat; wie wäre es sonst denkbar, daß er seine Erfolge für unvereinbar mit

dieser Lehre hätte erklären, daß er hätte sagen können, „es ginge aus seinen Versuchen im Ganzen hervor, daß stickstoffhaltige Dünger ganz besonders geeignet seien für das Wachsthum der Weizenpflanze!!!“ Wie hätte er sonst im Jahre 1847 (Vol. VIII, p. 22), aussprechen können: „Die von Liebig aufgestellte Theorie, daß die Ernten steigen und fallen in geradem Verhältniß zu der Zu- oder Abnahme der Mineralsubstanzen, die denselben im Dünger gegeben werden, ist so ernstlich berechnet, den Landwirth irre zu leiten, daß es höchst wichtig ist, deren Trugschlüsse (fallacies) allgemein bekannt zu machen. Die Verachtung, welche der praktische Landwirth für die Wissenschaft der Agriculturchemie hegt, beruht auf den Irrthümern, welche von den Lehrern derselben begangen worden sind.“ Wenn Herr Pusey die Theorie gekannt hätte, würde er (in demselben Journal Vol. XI, p. 383), den Muth gehabt haben zu sagen: „Das Axiom Liebig's, die Ernte eines Feldes steigt und fällt in genauem Verhältniß zu der Zufuhr oder Abnahme der Mineralsubstanzen, die dem Boden im Dünger zugeführt werden, hat den Todesstoß durch Herrn Lawes' Versuche erhalten.“ (Ferner p. 392): „Die Mineraltheorie, zu rasch angenommen durch Liebig, ist zusammengebrochen, keine andere hat ihren Platz eingenommen. Unsere beste Autorität, Herr Lawes, hat so viel gewißlich dargethan, daß von den zwei wirksamen Stoffen im Dünger Ammoniak ganz besonders geeignet ist für Korn, Phosphorus für Rüben, und daß Rüben wahrscheinlich Nutzen ziehen von der holzigen Substanz des Strohes.“

Wahrlich um diesen Triumph durch die sogenannten agriculturchemischen Versuche des Herrn Lawes (er nennt sie selbst so) ist die Landwirthschaft nicht zu beneiden, wenn die einzige

Theorie, welche sie hat, durch sie zusammengebrochen ist und keine andere ihre Stelle eingenommen hat; welcher Erwerb, zu wissen, daß von allen wirksamen Stoffen im Dünger Ammoniak ganz besonders geeignet ist für Korn, und Phosphorus für Rüben! Die Wirkung des Ammoniaks auf das Wachsthum des Weizens, die des phosphorsauren Kalks auf Rüben ist längst bekannt. Nur Herrn Lawes' Erklärungen sind neu, und diese sind entschieden unrichtig.

Die Agriculturchemie leistet der Landwirthschaft nicht Hülfe, um Korn und Fleisch zu erzeugen, dieß hat man seit Jahrhunderten gethan, sondern sie steht ihr bei, um mehr Korn, mehr Fleisch, um Korn und Fleisch mit den einfachsten Mitteln und auf dem vortheilhaftesten Wege zu erzeugen; der Chemiker sucht den Weg und die Mittel auf, dieß ist aber auch Alles, was er thun kann, das Uebrige muß der Landwirth auf sich nehmen. Was hat aber die Landwirthschaft gethan, um die Agriculturchemie in dieser Richtung zu unterstützen?

Der frühere Präsident der königlich landwirthschaftlichen Gesellschaft von England, Herr Pusey, giebt im Jahre 1850 darauf Antwort. „Außer Liebig's Vorschlag, Knochen in Schwefelsäure aufzulösen, und Kane's Vorschlag, das Flachsröstewasser als Dünger zu verwenden, kenne ich keinen Fortschritt, welcher aus einer chemischen Entdeckung entsprungen ist.“ Dieser Ausspruch erklärt Alles. Nicht die Lehre will man, sondern Recepte, das Nachdenken überläßt man den Chemikern. Sehr viele Landwirthe sind Kindern gleich, die, im Dunkeln tappend, über den Wegweiser stolpern, und die nun den Wegweiser schlagen, der sie zum Fallen gebracht hat; aber für Blinde werden einmal die Wegweiser nicht gesetzt. Der Chemiker ist eben nur ein Wegweiser, der sich

nicht über seinen Platz hinaus bewegen kann. Der Weg zur Wahrheit ist eine gerade Linie, welche Millionen krumme durchschneiden; es ist vergeblich, zu glauben, daß der rechte durch Tappen im Dunkeln aufgefunden werden könnte.

Die Heilkunde, die Physiologie, die Mineralogie standen vor wenigen Jahrzehenden zur Chemie in einem ähnlichen Verhältniß, wie heutzutage die Landwirthschaft; seitdem die Aerzte und Physiologen, die Mineralogen angefangen haben, sich diejenige Summe von chemischen Kenntnissen zu erwerben, durch welche sie befähigt wurden, sich richtige Fragen zu stellen und selbst die Antwort auf ihre Fragen zu suchen, seit dieser Zeit haben diese Wissenschaften Fortschritte wie seit Jahrhunderten nicht gemacht; der lebendige Organismus, die pathologische Erscheinung, das Mineral ebenso wie das Feld des Landwirths, kurz Alles, was außerhalb des Laboratoriums des Chemikers liegt, ist seinen Forschungen nicht weiter zugänglich.

Es kann nicht geleugnet werden, daß die Landwirthe zu allen Zeiten Fragen sich gestellt und die Antworten darauf gesucht haben, und in der That ist in der Landwirthschaft an Versuchen und Thatsachen kein Mangel; nicht darinnen, sondern in der Fragestellung und in der Experimentir-Methode liegt der Fehler. Die bloße Bekanntschaft mit den Zahlen reicht nicht hin, um eine algebraische Aufgabe zu lösen, der Rechner muß mit den Operationen des Calcüls bekannt sein, er muß die Fähigkeit besitzen, alle Größen, worauf es ankommt, in einer richtigen Gleichung zu verbinden. Die Landwirthe nehmen in dieser Beziehung einen Standpunkt ein, welcher sehr verschieden ist von dem des Chemikers. Mit einer Zuversicht, der Nichts gleich kommt, stellt der Landwirth einen Versuch an, und wenn er das erwartete Resultat nicht

erhält, so ist sein Schluß sogleich fertig. Wie unwissend und unpraktisch mag dem Landwirth der Chemiker vorkommen, dessen ganzes Leben aufgeht in Fragen, die er durch Versuche zu beantworten strebt, der sich in der Experimentirkunst übt von Jugend auf und der die Bedingungen des Gelingens soviel näher zur Hand hat und viel leichter zusammenbringt als der Landwirth. Es erfordert schon einen hohen Grad von Geschicklichkeit und Erfahrung, wenn ein Chemiker bei der einfachen Wiederholung der Versuche eines andern, welche genau und ins Kleinste beschrieben sind, beim ersten Anlauf die nämlichen Resultate erhielt; wenn aber ein neues Verfahren darin eingeschlossen ist, in welchem der Wiederholende nicht geübt ist, so ist der Letztere ganz darauf vorbereitet, daß ihm seine ersten Versuche nicht gelingen, oder nicht in gleichem Umfang gelingen; er lernt erst wie er es machen muß, damit die Versuche gelingen. Ich habe in der letzteren Zeit von einer nicht kleinen Anzahl von landwirthschaftlichen Versuchen Kenntniß genommen, welche durch meine Schriften veranlaßt, zu negativen Resultaten geführt haben, und ich glaube, wenn man einen hohen Preis demjenigen zuerkennen wollte, der die Ursache des Mißlingens in sich selbst, in seiner unvollkommenen Kenntniß oder in mangelhaften Bedingungen erkannt hat, man würde vergeblich nach einem solchen Landwirth suchen.

Kein Landwirth in der Welt dürfte es für möglich halten, daß ein auch noch so intelligenter Mann, ohne Bekanntschaft mit der praktischen Landwirthschaft, durch das Lesen der besten landwirthschaftlichen Schriften sich befähigen könnte, die Wahrheit unzweifelhafter landwirthschaftlicher Lehren oder Erfahrungen auf dem Wege des Versuches zu prüfen, und glauben, daß eine Bestätigung oder Widerlegung durch einen solchen Mann irgend einen Werth habe; und doch versetzen sich die

Landwirthe in der Beurtheilung von chemischen Dingen, oder bei der Anstellung chemischer Versuche ganz in die Lage von manchen Anfängern in der Mineralanalyse, welche ganz festgestellte Zusammensetzungen von Mineralien für falsch und unrichtig erklären, weil sie so ganz widersprechende Resultate erhalten.

Ich bin ganz überzeugt, daß die Landwirthe in den meisten Büchern, welche die Anwendung der Chemie auf die Landwirthschaft behandeln, Dutzende von ähnlichen Recepten finden dürften, wie das, worauf Herr Pusey anspielt; die Kunst besteht darin, sie aufzufinden und lebendig zu machen. Mit Vorschlägen allein macht man ein Feld nicht fruchtbar. Diese Recepte mögen ihren hohen Werth für die Landwirthschaft haben; in chemischer Beziehung haben sie aber nicht mehr wissenschaftlichen Werth, wie das Recept zu einer guten Stiefelwichse, weil es einfache Folgerungen aus gewissen Grundsätzen sind. Nicht die Folgerungen, sondern die Grundsätze sind die Aufgabe für den Chemiker.

Um aber eine Folgerung wirksam durch den Versuch zu machen, dazu gehört eine gewisse Kraft der Ueberzeugung, die den Meisten fehlt, denn ohne diese Kraft überwindet man die Schwierigkeiten nicht; die Gewißheit, daß man mit dem rechten Mittel den gesuchten Erfolg haben muß, bedingt den Erfolg, durch sie findet man die rechten Mittel. In der Landwirthschaft ist aber bis jetzt nur der Zweifel herrschend, nicht die Ueberzeugung. Man wird keine zwei Landwirthe finden, welche über eine und dieselbe Erscheinung, z. B. über die Wirkung des salpetersauren Natrons, über die Wirkung der Entwässerung (der sogenannten Drainirung) einerlei Meinung wären.

Ich kann diese langen Auseinandersetzungen nicht schließen, ohne nochmals auf Herrn Lawes zurückzukommen; ich wünsche ihm volle Gerechtigkeit widerfahren zu lassen.

Am Schluß seiner Abhandlung (dasselbe Journal Vol. XII, p. 39) sagt er:

„Zum Schlusse denn: Wenn Liebig's Theorie einfach meint, daß die wachsende Pflanze in ihrem Bereiche eine hinreichende Menge derjenigen Mineralbestandtheile finden muß, die sie zu ihrer Entwickelung bedarf, so bin ich ganz und gar überzeugt von einer so evidenten Wahrheit. Wenn er aber andererseits die Meinung hegt, daß unsere Felder an denjenigen Mineralbestandtheilen, wie sie sich zusammen in der Asche der ausgeführten Producte finden, in Beziehung zu anderen Bestandtheilen Mangel haben, und daß in dem gegenwärtigen Zustande der Landwirthschaft wir die Fruchtbarkeit der Felder nicht durch Ammmoniak oder durch stickstoffhaltige Producte allein zu steigern vermögen, sondern daß der Ertrag im Verhältniß zur Zufuhr und Abnahme der assimilirbaren Mineralbestandtheile steht, so zögere ich nicht zu sagen, daß jede Thatsache, die wir gefunden haben, einer solchen Ansicht ungünstig ist."

In dem ersten Theile dieses Citates bekennt Herr Lawes sich zu der sogenannten Mineraltheorie, in dem zweiten Theil befinden sich zwei Unwahrheiten, deren fortgesetzte Verbreitung ich nicht länger dulden will.

Der Schlußsatz unterlegt mir die unwahre Behauptung, daß der Ertrag eines Feldes im Verhältniß zur Zufuhr und Abnahme der assimilirbaren Mineralbestandtheile stehe; dieß habe ich nie gesagt; ich habe gesagt, daß der Ertrag im Verhältniß der assimilirbaren Mineralbestandtheile im Dünger stehe, worunter aller Dünger, Mineraldünger, Guano, Poudrette, Stalldünger selbstverständlich gemeint ist.

Was den vorhergehenden Satz betrifft, so finde ich in meinem Buche nur eine einzige Stelle, wo von Englands Feldern im Sinne des Herrn Lawes die Rede ist; diese heißt (S. 216):

„In Englands großen Städten werden die Producte der englischen und überdies noch fremder Agricultur verzehrt, die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile von einer ungeheuren Fläche kehren aber nicht auf die Äcker zurück. Einrichtungen, welche in der Sitte und Gewohnheit des Volkes liegen und diesem Lande eigenthümlich sind, machen es schwierig, vielleicht unmöglich, die unermeßliche Menge an phosphorsauren Salzen (der wichtigsten, wiewohl in dem Boden in kleinster Menge enthaltenen Mineralsubstanzen) zu sammeln, welche täglich in dem Urin und den festen Excrementen den Flüssen zugeführt werden.

„Tausende von Centnern von phosphorsauren Salzen führt die Themse und die anderen Flüsse Großbritanniens jährlich dem Meere zu; Tausende von Centnern der nämlichen Materien, welche aus dem Meere stammen, fließen jetzt in dem Guano jährlich in das Land wieder zurück."

Es ist nicht schwer, die Ansichten eines Anderen zu widerlegen, wenn man ihm falsche Behauptungen unterlegt, die er nicht gemacht hat.

Es ist mir niemals in den Sinn gekommen, zu behaupten, daß die Felder Großbritanniens an denjenigen Bestandtheilen Mangel hätten, wie sie sich zusammen in der Asche der geernteten Producte finden, oder daß man durch Ammoniaksalze allein, von einem an sich fruchtbaren Boden, nicht einige Jahre hinter einander gute Ernten erzielen könnte; der Zustand der englischen Felder und der des Herrn Lawes ist mir völlig unbekannt, ich bezweifle aber keines-

wegs, daß man durch eine gut ausgedachte Analyse seines Bodens vollkommen in Stand gesetzt worden wäre, alle seine Resultate, zu denen er siebenjähriger Versuche bedurfte, vorherzusagen. Ich habe behauptet, und meine Ansicht ist durch die Versuche von Lawes nur befestigt worden, daß die Ammoniaksalze allein, fortgesetzt angewendet, den Boden erschöpfen.

Man hat von der Anwendung des Guano und der Bekanntschaft mit der eigentlichen Ursache der Wirksamkeit der Knochen, die ich in dem Citate meines Buches erwähnt habe, Nutzen genug gezogen; aber man vergißt nur allzu leicht den Zustand der Landwirthschaft vor 1840.

Beim Erscheinen der ersten Auflage meines Buches im September 1840 wurde noch kein einziges Pfund Guano von den Landwirthen zur Düngung ihrer Felder verwendet, und wenn man sich die Mühe nehmen wollte, den Ertrag der englischen Felder von 1841 an, an Korn und Fleisch mit dem vor 1840 zu vergleichen, so würde man finden, daß durch die Anwendung des Guano, gegen welche sich im Anfange so viele Stimmen erhoben, bis man den zweckgemäßen Gebrauch kennen lernte, der Ertrag der Felder in einer Weise gestiegen ist, wie kaum durch eine andere Entdeckung. Ich will mir damit kein Verdienst zusprechen, denn vor mir hatten v. Humboldt und Boussingault längst die Bedeutung des Guano für die Länder, in denen er seit undenklichen Zeiten angewendet wird, hervorgehoben; aber der Guano war mir nur durch seine Bestandtheile bekannt, und es ist sicherlich kein geringes Zeichen für die Wahrheit einer Theorie, wenn sie, einfach auf eine Analyse gestützt, sich in der Beurtheilung der Wirksamkeit eines solchen Düngstoffs nicht getäuscht hat.

Vor 1840 bewegten sich die Ideen von der Fruchtbar-

machung und Bereicherung der Felder um die dunklen und unklaren Begriffe von Humus und Dünger. Wie ganz anders aber sind die Vorstellungen heutzutage von diesen Dingen.

Je mehr man in den Geist der Abhandlungen des Herrn Lawes eingeht, desto mehr erstaunt man über den Grundirrthum, an den sich wie an einen schwarzen Faden alle seine Versuche und Ideen anreihen. Beinahe auf jeder Seite versichert er mit der größten Unbefangenheit, daß meine Theorie falsch sein müsse, daß ich nur aufmerksam seinen Versuchen folgen dürfe, um mich zu überzeugen, wie wenig anwendbar sie in der praktischen Feldwirthschaft sei, weil ich gerathen habe, Sorge zu tragen für den vollständigen Wiederersatz der Alkalien, der alkalischen Erden, der phosphorsauren Salze, im Verhältniß, wie man diese Bestandtheile dem Boden nehme, während — dieß ist sein Hauptargument gegen diese Lehre — seine und die englischen Felder bei Ausfuhr von Korn und Vieh nur Mangel hätten an Phosphorsäure und Stickstoff, welche durch eingeführtes Vieh, durch Knochen und Guano ersetzt würden; alle anderen Bodenbestandtheile kehrten nach dem gewöhnlichen Verfahren der englischen Feldwirthschaft, durch den Stalldünger, beinahe ohne allen Verlust auf die Felder zurück.

Wenn aber dieß geschieht, so handelt ja der Landwirth ganz den Grundsätzen gemäß, und die Theorie sagt ihm alsdann, daß ein weiterer Ersatz durch Mineraldünger in diesem Fall gar nicht angezeigt ist. Auf die Form, in welcher dem Boden das Entzogene wieder erstattet wird, kommt es durchaus nicht an. S. 243 meines Buches sagte ich hierüber: „Als Princip des Ackerbaues muß angesehen werden, daß der Boden im vollen Maß wieder erhalten muß, was ihm genommen wurde; in welcher Form dieß Wiedergeben

geschieht, ob durch Knochen, in der Form von Excrementen oder Asche, dieß ist wohl ziemlich gleichgültig." Ferner S. 281: „Es ist klar, wir sind im Stande, alle Bestandtheile unserer Aecker, die wir in der Form von Thieren, Korn und Fürchten ausgeführt haben, in den flüssigen und festen Excrementen der Menschen, in den Knochen und dem Blute der geschlachteten Thiere wiederzugewinnen; es hängt nur von uns ab, durch die sorgfältige Sammlung derselben das Gleichgewicht in der Zusammensetzung unserer Aecker wiederherzustellen." Ferner S. 232: „Die Hauptaufgabe ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile, welche die Atmosphäre nicht liefern kann, ersetzen."

Es ist nicht zu begreifen, daß Herrn Lawes keinen Augenblick der Gedanke gekommen ist, daß in Deutschland, in Frankreich und England nicht alle Felder die Beschaffenheit der seinigen haben, daß die allgemeine und gegründetste Klage der meisten Landwirthe sich um die Schwierigkeiten der Wiederherstellung und Erhöhung der Fruchtbarkeit ihrer Felder, wegen Mangel an Stalldünger, bewegt, daß in einer Menge von Fällen, wegen Mangel an Vieh, an Wiesen, an der zum Bau der Futterkräuter ungeeigneten Beschaffenheit der Felder, ein vollständiger Ersatz durch Stalldünger gar nicht möglich ist. Was sollen nun diese Landwirthe thun, um ihre Production zu erhöhen und ihre Felder zu verbessern? Ich würde es für einen großen Gewinn halten und gern darauf verzichten, irgend einen der Irrthümer des Herrn Lawes in Beziehung auf meine Ansichten zu beleuchten oder zu rügen, wenn diese Versuche nur das Allergeringste zur Lösung dieser Fragen beigetragen hätten. Wie kann er aber, gleich einem wohlhabenden Manne, der sein gutes Auskommen hat, die Wissenschaft tadeln, weil sie dem Bedürfti-

gen Hülfsquellen aufschließt, die er selbst nicht bedarf und geringschätzt. Soll denn das Licht der Wissenschaft nicht leuchten für arme und reiche Felder!

Es giebt ganze Länder, wo die Aschendüngung, wie in den Niederlanden, Flandern, in Westphalen, die besten Erträge gewährt, wo, nach Schwerz, das Sprichwort gilt: Wer kein Geld für Asche ausgiebt, zahlt doppelt (s. die Anleitung zum prakt. Ackerbau Bd. II, S. 323).

Die Ansichten des Herrn Lawes haben in Deutschland Wiederhall gefunden. In dem neuesten Werke des Herrn Wolff: „Die naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues, Bd. II, S. 495, bei O. Wigand," sagt er:

„Vergleicht man die soeben erwähnten, unmittelbar aus der Erfahrung und aus zahlreichen Feldversuchen sich ergebenden Thatsachen mit der chemischen Zusammensetzung der Ernteerträge und mit den Mengen an wesentlichen Düngerbestandtheilen, welche in den betreffenden Erträgen auf der Fläche einer Hectare enthalten sind, so gelangt man zur Ueberzeugung, daß die durch den Anbau verschiedener Culturpflanzen bewirkte Erschöpfung des Bodens in keiner Weise zu der Menge und Beschaffenheit der in der Ernte vorhandenen organischen oder mineralischen Bestandtheile in einer directen Beziehung steht, und außerdem, daß die von Liebig begründete und früher vertheidigte reine Mineraltheorie durch die praktische Erfahrung der Landwirthe nicht als richtig bestätigt wird."

Bei solchen Schlüssen hat man beinahe Grund, an der Möglichkeit eines Fortschritts zu zweifeln. Die Erschöpfung des Bodens soll in keiner Weise in directer Beziehung stehen zu den auf dem Felde erzielten Producten. Die Wirkung (die Erschö-

pfung) nicht im Verhältniß zur (erschöpfenden) Ursache!!

In den Versuchen von Lawes erkennt man die Thatsachen und Erfahrungen, auf welche solche Aussprüche gebaut sind.

Es giebt keine Hausfrau, welche glaubt, den Preis eines Stückes Zeug oder seines Aequivalents an Geld, ohne Kenntniß seiner Breite und Länge, d. h. ohne Elle, beurtheilen zu können. In Beziehung auf landwirthschaftliche Thatsachen und sogenannte Erfahrungen sind aber die landwirthschaftlichen Schriftsteller besser daran; ohne den Maßstab der wissenschaftlichen Grundsätze zu gebrauchen, überhaupt ohne allen Maßstab, messen sie uns den Werth, die Tiefe, Breite, kurz die ganze Ausdehnung und Bedeutung ihrer Erfahrungen aus; ja manche äußern beinahe eine Art von Befriedigung darüber, daß der Maßstab, den ihnen die Wissenschaft bietet, in dem gegenwärtigen Zustande der Landwirthschaft noch so unvollkommen und so wenig anwendbar ist, und es sind gerade die, deren Beruf es sein sollte, ihn verbessern zu helfen und zu lehren, wenn er tauglich ist, wie man ihn zweckgemäß gebrauchen muß. Auch Herr Wolff glaubt und lehrt, daß die von Liebig begründete und früher vertheidigte reine (?) Mineraltheorie sich nicht als richtig bestätigt habe, und er stützt sich ebenfalls auf den Misthaufen, im besten Sinne des Wortes, womit man die praktischen Erfahrungen der Landwirthe bezeichnen könnte, denn sie sind in der That nur der Dünger für eine künftige rationelle Cultur; daß die Mineraltheorie Liebig's eine reine Erfindung des Herrn Lawes ist, dürfte wohl Jedem klar geworden sein; in welchem meiner Bücher aber Herr Wolff zu der Bekanntschaft mit dieser reinen Mineraltheorie gelangt sein mag, dieß ist mir völlig unklar.

Ich halte es für wichtig genug, noch eine dieser sinnlosen praktischen Erfahrungen, welche von der ersten landwirthschaftlichen Autorität Englands, nach dem Urtheil des Herrn Pusey, nämlich von Herrn Lawes gemacht worden ist, hier zu beleuchten. Sie betrifft den Rübenbau (Turnips). (Vol. XII, p. 34 u. Vol. VIII, Part II, p. 26 ff.).

Eine mittlere Ernte Rüben ($8\frac{1}{2}$ Tonnen) bedarf nach den besten Analysen von dem Boden aus zu ihrer Entwickelung 50 Pfund phosphorsauren Kalk, eine im Verhältniß sehr kleine Menge, und 127 Pfund Kali, also etwa $2\frac{1}{4}$mal soviel Kali. Aber, sagt Herr Lawes, weder das Alkali, noch irgend ein anderer Aschenbestandtheil der Rüben, noch Ammoniaksalze hatten auf seinen Feldern einen begünstigenden Einfluß auf den Ertrag, nur die Phosphorsäure zeigte sich wirksam, und er führt den Beweis auf folgende Weise: Ein Versuchsfeld wurde von 1843 bis 1850 jährlich mit nichts Anderem gedüngt, als mit einer Mischung von phosphorsaurem Kalk (gebrannte Knochen) und Schwefelsäure, jedes Jahr empfing das Feld durchschnittlich 400 Pfund durch Schwefelsäure aufgeschlossener Knochen (sauren phosphorsauren Kalk), im ersten Jahre wurden 12, im letzten 11 Tonnen 9 Ctnr. Rüben, im Mittel $8\frac{1}{2}$ Tonnen geerntet. „Es ist ganz gewiß, sagt Herr Lawes, daß die Phosphorsäure im Dünger gegeben, obwohl sie einen so kleinen Theil von der Rübenasche ausmacht, eine sehr schlagende Wirkung auf das Wachsthum der Rübe ausübt.“ Und in der That, der Versuch ist sehr merkwürdig und beweist sicherlich eine sehr ungewöhnliche Beschaffenheit des Feldes; wenn man aber nach dem Grunde sucht, warum denn eigentlich der Phosphorsäure die Ehre dieser auffallenden Wirkung zuerkannt wird, so findet man, daß dieser Grund eine reine Einbildung ist. Wenn

ein Anderer behaupten wollte, es sei unter diesen Verhältnissen die freie Schwefelsäure gewesen, so könnte kaum Jemand widersprechen, wie sich aus folgender Betrachtung ergiebt:

Von den 400 Pfund phosphorsaurem Kalk, welche das Feld im ersten Jahr erhielt, blieben nach der Ernte (in welcher durch die Pflanzen nur 50 Pfund hinweggenommen wurden) ganz unzweifelhaft 350 Pfund im Boden zurück; nach der zweiten Ernte enthielt der Boden 700 Pfund phosphorsauren Kalk und es mußten auf's neue 400 Pfund dieses Salzes und eine entsprechende Menge Schwefelsäure hinzugeführt werden, um eine dritte Ernte zu gewinnen. Wie sonderbar ist dieß: der Boden enthielt im vierten Jahre bereits 1150 Pfund phosphorsauren Kalk, 750 Pfund mehr, als im ersten Jahre gegeben worden war, und es mußten wieder 400 Pfund Knochen und Schwefelsäure zugesetzt werden, um die nothwendige Phosphorsäure (?) zu einer neuen Ernte darzubieten, im siebenten Jahre enthielt der Boden 2450 Pfund phosphorsauren Kalk, 2150 Pfund mehr als im ersten, und immer mußte für die Ernte des achten Jahres wieder 400 Pfund saurer phosphorsaurer Kalk hinzugefügt werden!! Einem Boden, der im siebenten Jahre so reich an Phosphorsäure geworden war, daß diese hinreichte, um nahe funfzig mittlere Ernten Rüben damit zu versehen, mußte, um eine neue Ernte zu bekommen, doch wieder viermal soviel Phosphorsäure einverleibt werden, als diese eigentlich nöthig hatte. Es ist ganz unmöglich, zu glauben, daß die Wirkung im achten Jahre unter diesen Umständen abhängig gewesen sein kann von der neu hinzugefügten Phosphorsäure, wie Herr Lawes geschlossen hat.

Fahren wir weiter fort, so finden wir, immer in den eigenen Versuchen des Herrn Lawes, noch weit schlagendere Be-

weise für die Meinung, daß die überschüssige Phosphorsäure den Ertrag nicht bedingt haben könne*).

Im Jahre 1843 war der durchschnittliche Ertrag des Stückes Nr. 22 durch Anwendung von 400 Pfund weißgebrannter mit Schwefelsäure aufgeschlossener Knochen 11 Tonnen Rüben.

Sonderbarer Weise lieferte ein gleiches Stück Feld Nr. 23 in demselben Jahre, welches nur mit Thon und Asche (Unkrautasche) gedüngt worden war, ebenfalls 11 Tonnen Rüben.

In demselben Jahre lieferte ein gleiches Stück, mit 12 Tonnen Stalldünger gedüngt (Nr. 1), 9 Tonnen 9 Ctnr. Rüben, zwei Tonnen weniger als die mit Knochen und Schwefelsäure gedüngten Felder.

---

*) Bei der Vergleichung dieser Zahlen mit der Anzahl von Pfunden phosphorsauren Kalks, welche Herr Lawes seinem Felde (Nr. 22) gegeben hat, wird man eine Uebereinstimmung vermissen. Ich habe angenommen, daß er jährlich 400 Pfund phosphorsauren Kalk angewendet habe; allein die wirkliche Menge betrug weit mehr. Er düngte sein Feld im Jahre:

1843 mit 504 Pfd. ($4\frac{1}{2}$ Ctnr.) saurem phosphorsauren Kalk (mit
1844 „ 560 „ (5 Ctnr.) Schwefelsäure aufgeschlossene
1845 „ 1232 „ (11 Ctnr.) calcinirte Knochen).

in 3 J. also mit 2296 Pfd. saurem phosphorsauren Kalk.

Ueber die Menge, die er von 1846 bis 1850 gab, finde ich in seiner Abhandlung keine Zahlenangabe; er sagt nur (in Vol. XII, p. 34): „daß er jedes Jahr eine starke Düngung mit saurem phosphorsauren Kalk gegeben habe.“ Da die zur Aufschließung der Knochen dienende Schwefelsäure in der Regel 20 bis 30 Proc. der Knochen beträgt, so habe ich für alle Jahre als Minimum die Menge angenommen, die er im ersten Jahre an phosphorsaurem Kalk gegeben hat. Das Stück Nr. 21 empfing im Jahre 1845 400 Pfund calcinirte Knochen und 400 Pfund Schwefelsäure; ich habe allen Grund, zu glauben, daß Herr Lawes dieses Verhältniß auch für das Stück Nr. 22 beibehielt.

Im Jahre 1844 lieferte dasselbe Stück, mit 12 Tonnen Stalldünger gedüngt, 10 Tonnen 15 Ctnr. Rüben, vier Tonnen mehr als durchschnittlich die Stücke, welche 400 Pfund Knochen und 400 Pfund Schwefelsäure empfangen hatten.

Ein gleiches Stück Feld Nr. 7, welches im Jahre 1845 12 Ctnr. Gyps (Rückstand von der Bereitung der Weinsteinsäure) und 10 Ctnr. Rapskuchen empfangen hatte, lieferte 18 Tonnen 1 Ctnr. Rüben, sechs Tonnen mehr als die mit Phosphorsäure gedüngten.

In demselben Jahre lieferte das mit Stalldünger gedüngte Feld (Nr. 1) bei Zufuhr von 12 Tonnen desselben Düngers 17 Tonnen Rüben, fünf Tonnen mehr als die mit Phosphorsäure gedüngten Stücke.

Welche seltsamen Resultate bieten aber diese ebenso unzweifelhaften Thatsachen dar, in welchem unbegreiflichen Widerspruch stehen sie mit der Ansicht des Herrn Lawes! Die mit Stalldünger gedüngten Stücke lieferten durchschnittlich einen höheren Ertrag als die, welche eine enorme Quantität Phosphorsäure empfangen hatten, und doch enthält der Stalldünger in 12 Tonnen (worin 3,3 Tonnen fester Substanz) nicht über 46 bis 56 Pfund phosphorsauren Kalk, kaum ausreichend für eine volle Ernte Rüben, ohne irgend einen Ueberschuß von Phosphorsäure!

Noch weit unbegreiflicher erscheint die Thatsache, daß das mit Thon und Asche gedüngte Feld einen ebenso hohen Ertrag gab, daß der Ertrag des mit Gyps und Rapskuchen gedüngten Stückes den aller anderen Stücke übertraf. Denn dieser Dünger enthielt in den Rapskuchen nur 26 Pfund Phosphorsäure, entsprechend etwa 56 Pfund phosphorsaurem Kalk!

Wer kann vernünftiger Weise mit einigem Rechte behaup-

tem, daß die erfolgreiche Cultur der Rübe abhängiger ist von einer reichlichen Zufuhr von Phosphorsäure im Dünger, als die einer andern Feldfrucht, wenn man, wie aus den letzterwähnten Thatsachen hervorgeht, mit einem Minimum von Phosphorsäure weit höhere Erträge zu erzielen vermag, als mit einem Maximum.

Welche ist es nun unter den dem Felde zugeführten Substanzen, die einen so großen Einfluß auf das Wachsthum der Rüben hatte? Es ist unmöglich, nach den zuletzt erwähnten Erfahrungen vorauszusetzen, daß die überschüssige Phosphorsäure nothwendig war und den höheren Ertrag bedingte; ist es nun die Schwefelsäure, der Kalk, oder beide zusammen, oder die organische Substanz des Stalldüngers?

Was möchte wohl Herr Lawes erschlossen haben, wenn er das Feld zwei Jahre lang bloß mit phosphorsaurem Kalk, und die sechs folgenden Jahre jährlich mit 400 Pfund Schwefelsäure allein gedüngt und denselben Ertrag erhalten haben würde, wie mit 3200 Pfund saurem phosphorsauren Kalk?

Muß denn nicht ein jeder Landwirth einsehen, daß Schlüsse, auf so grobe und so ganz ohne alle Umsicht angestellte Versuche gebaut, vollkommen werthlos sind?!

Weil es Herrn Lawes einfiel, dem Felde einen so großen Ueberschuß an Phosphorsäure zu geben, mußte denn deswegen diesem Ueberschuß die Wirkung zugeschrieben werden? Ist man denn nur um eine Linie weiter gekommen, als man vorher war? Und wie folgerichtig benutzt Herr Lawes diese eben erwähnten Erfahrungen, um mich eines Fehlers zu überführen und die sogenannte Mineraltheorie ganz zu Schanden zu machen!

In der englischen Ausgabe meiner chemischen Briefe S. 522 hatte ich gesagt: „Eine enorme Menge dieser für

die Pflanzen unentbehrlichen Nahrungsmittel wird jährlich den Feldern entzogen und in der Form von Vieh, Korn und Früchten den größten Städten zugeführt. Es ist sicher, daß diese dauernde Entziehung der phosphorsauren Salze die Felder erschöpfen und das Vermögen, Korn zu erzeugen, vermindern muß. Die Felder Großbritanniens sind in diesem Zustande allmäliger Erschöpfung durch diese Ursache, wie die rasche Ausdehnung des Rübenbaues (Turnips und Mangoldwurzel) zeigt, — Pflanzen, welche einen geringen Gehalt an Phosphaten enthalten und deshalb die kleinste Menge für ihre Entwickelung bedürfen."

Niemand, auch der Befangenste nicht, kann in diesen Sätzen ein Düngerrecept erblicken; denn das Wort Dünger kommt gar nicht darin vor. Hierauf erwiedert Herr Lawes (Vol. XII, p. 33):

„Professor Liebig hat in seinen chemischen Briefen auf's neue eine Meinung ausgesprochen, welche ganz unverträglich ist mit solchen Resultaten. — Wir zögern nicht zu sagen, wie wenig auch die Menge der Phosphate, welche in den Turnips enthalten sind, betragen mag, daß die erfolgreiche Cultur derselben abhängiger ist von einer reichlichen Zufuhr von Phosphorsäure im Dünger, als die irgend einer anderen Feldfrucht."

Meine Bemerkung über den so geringen Gehalt der Rüben an Phosphaten kann wohl von Niemandem für unwahr angesehen werden, weil Herr Lawes den Sinn der Sätze mißverstanden hat, sie bezieht sich gar nicht auf die Düngung der Rüben, sondern ist in Verbindung gebracht mit Pflanzen, welche mehr Phosphate als wie die Rüben bedürfen; sie sagt im Rückblick auf den Kornbau, daß der Rübenbau deshalb eine so große Ausdehnung gewonnen habe, weil der Boden durch die Cultur derselben so wenig Phosphate

verliert. Darum sei die Rübe im Fruchtwechsel so vortheilhaft, weil sie — was auch der Boden enthalten oder demselben an Phosphaten zugeführt werden mag — eine so große Menge im Boden zurücklasse, für andere Gewächse, welche mehr davon bedürfen. Herr Lawes sagt selbst, daß eine mittlere Ernte nur 50 Pfund phosphorsauren Kalk dem Boden entziehe (Vol. VIII, p. 70), auch wenn der Boden funfzigmal mehr davon enthält. Wäre denn die Ausdehnung des Rübenbaues gleich vortheilhaft oder möglich, wenn einer Ernte Rüben anstatt 50 Pfund 200 oder mehr Pfunde dem Boden entzöge? Von dem geringen Bedarf der Rübe an Phosphaten rührt es her, daß man davon als Stoppelfrucht in Deutschland und Frankreich in demselben Jahre noch eine Ernte erhält *).

*) Wenn man aus der Analyse der Aschen, die Menge der Phosphorsäure berechnet, welche eine Ernte Weizen (in Korn und Stroh) und eine Rübenernte (in Wurzeln und Blättern) zu ihrer Entwickelung bedürfen, so ergiebt sich scheinbar das widersprechende Resultat, daß die Weizenpflanze dem Boden weniger Phosphorsäure entzieht, als die Rübenpflanze. Der Grund, warum nach den Erfahrungen der Landwirthe der Weizenboden dennoch eine größere Menge Phosphate enthalten muß, als der Rübenboden, liegt offenbar darin, daß die Wurzeln der Rübenpflanze zur Aufsuchung und Aufnahme ihres vollen Bedarfs mehr Zeit haben, als die der Weizenpflanze. Die Rübe bedarf die Phosphate während der 4—5 Monate ihres Wachsthums gleichmäßig und in einer gegebenen Zeit immer nur in geringer Menge. Der Weizen hat die größte Menge zur Zeit der Samenbildung nöthig, es ist dieß die Zeit, wo nach dem Urtheil der Landwirthe der Boden am meisten verliert oder ausgesaugt wird. Wenn die Weizenpflanze in den wenigen Wochen der Samenbildung, ihren vollen Bedarf an Phosphorsäure in dem Bereiche ihrer Wurzeln vorfindet, so bildet sich jedes Korn vollkommen aus, mangelt es daran, so vermindert sich die Zahl oder Größe (?) der Körner, wenn sie fehlt, so erntet man nur Stroh. Die dem Weizenboden nöthige Menge Phosphorsäure, steht

Wenn man den chemischen Brief (Br. XXXV. der englischen Ausgabe) liest, in welchem die Bemerkung steht, welche Herr Lawes zum Nachtheil meiner Ansichten interpretirt hat, so erscheint der Gebrauch, den er davon macht, noch weit ungerechter. Ich hatte auf meinen Reisen im Jahre 1842 die großen Coprolithen-Lager Englands kennen gelernt, und durch die Analyse in diesen vorweltlichen Ueberresten eine große Menge phosphorsauren Kalk entdeckt. Es war dieß für die englische Landwirthschaft ein großer, bis dahin ganz verborgener Schatz an einer Substanz, für welche in der Einfuhr von Knochen Großbritannien dem Auslande tributpflichtig war. Der XXXV. chemische Brief der englischen Ausgabe hatte keinen anderen Zweck, als die englischen Landwirthe auf diesen Schatz aufmerksam zu machen (er steht nicht in der deutschen Ausgabe). Meine Aufforderung hat Früchte getragen. Ein Fabrikant von Coprolithen-Dünger in der Nähe von Orford, welcher die Coprolithen ausbeutet und mit Schwefelsäure aufgeschlossen in den Handel bringt, versicherte mich, bei Gelegenheit einer Begegnung bei meinem

---

also nicht im Verhältniß zur Summe, welche die Pflanze bedarf, sondern im Verhältniß zur Menge, welche die Körner zur Zeit ihrer Entwickelung bedürfen. Vergleicht man die Menge Phosphorsäure, welche die Rübe in einem Monate aufnimmt, mit der Menge, welche der Boden dem Weizen zur Zeit der Samenbildung zuführen muß, so sieht man sogleich, daß in diesen gleichen Zeiten der Weizen eine weit größere Menge Phosphorsäure nöthig hat, als die Rübe, und dieß Verhältniß muß bei der Düngung berücksichtigt werden.

Die Fruchtbarkeit eines Feldes steht im Verhältniß zu dem im Boden in geringster Menge enthaltenen nothwendigen Bestandtheile; die Düngung eines Feldes muß im Verhältniß stehen zu dem Maximum an Bodenbestandtheilen, welches die Pflanze in einer gewissen Periode ihres Wachsthums bedarf.

Freunde Dr. Daubeny in Oxford im Jahre 1851, daß er allein damals bereits für Pfd. St. 50,000 (= fl. 600,000) Werth von diesem Dünger in Handel gebracht habe und daß aber weit mehr davon auf den Gütern selbst zubereitet und verbraucht werde.

Zum Schlusse denn:

1) Herr Lawes hat bewiesen, daß seine Felder einen Ueberschuß an denjenigen Mineralbestandtheilen enthielten, welche sieben Ernten Weizen, Korn und Stroh in sieben Jahren zu ihrer vollkommenen Entwickelung bedürfen.

2) Herr Lawes hat bewiesen, was die Theorie und gesunder Menschenverstand voraussetzen: daß der Ertrag eines solchen Feldes, durch Düngung mit den nämlichen Mineralsubstanzen nicht merklich, oder höchstens im Verhältniß zu der ganzen im Boden enthaltenen Summe an Bodenbestandtheilen erhöht werden kann*).

3) Herr Lawes hat bewiesen, was die Theorie lehrt: daß der Ertrag eines solchen Feldes durch Düngung mit Ammoniaksalzen gesteigert werden könne.

4) Herr Lawes hat widerlegt, was er beweisen wollte: daß der Mehrertrag in diesem Falle im Verhältniß zu dem im Boden enthaltenen Ammoniak stehe; — daß also die einfache, doppelte und mehrfache Menge Ammoniak nicht den einfachen, doppelten, mehrfachen Mehrertrag gebe, sondern daß der Mehrertrag eine constante Größe ist.

5) Herr Lawes hat bewiesen, was er widerlegen wollte: daß der ganze Ertrag im Verhältniß stehe, zu der

---

*) Durch Düngung mit 3 Wagenladungen Weizenstrohasche stieg der Ertrag pr. Acre von 71¾ Peks auf 76½ Peks, d. h. um $1/_{13}$. — Durch Düngung mit 448 Pfund von Liebig's Weizendünger stieg der Ertrag von 71¾ Peks auf 81⅓ Peks, d. h. um etwas über $1/_{7}$.

einzigen constanten Größe, die in seinen Versuchen wirkte, nämlich zu der Summe der vorhandenen wirksam gemachten mineralischen Nahrungsmittel; er hat bewiesen, was die Theorie lehrt, daß das Ammoniak die Wirkung der Bodenbestandtheile *in der Zeit* erhöhe, d. h. daß eine größere Menge Bodenbestandtheile in Wirksamkeit treten *).

*) Man kann die mechanische Wirkung einer Substanz erhöhen durch Aenderung oder Verbesserung seiner mechanischen Beschaffenheit; man kann z. B. machen, daß ein stumpfes Messer scharf wird; man kann aus demselben Stahl zwei Rasirmesser verfertigen, wovon das eine besser wie das andere schneidet, so daß man mit dem einen doppelt soviel Bärte abnehmen kann, wie mit dem anderen, ehe es stumpf wird; man kann aber die chemische Kraft einer Substanz in keiner Weise steigern, machen, daß 1 Pfund Kohlensäure oder 1 Pfund Ammoniak die Wirkung ausübe von 2 Pfund Kohlensäure oder 2 Pfund Ammoniak, weil unter gleichen Bedingungen die chemischen Wirkungen im Verhältniß stehen zu den Massen, d. h. zu der Summe der wirkenden materiellen Theile, welche die Träger der Kraft sind. Die Wirkung *in der Zeit* ist größer, wenn in dieser Zeit mehr Theile in Action kommen. Ein Pfund Zucker in feinem Pulver löst sich schneller als 1 Pfund Zucker in groben Stücken, nicht weil die anziehende Kraft, welche die Löslichkeit bedingt, größer gewesen ist, sondern weil durch die vergrößerte (wirkende) Oberfläche des Zuckers in derselben Zeit eine größere (wirkende) Wasseroberfläche damit in Berührung kommt.

# Herr Dr. Emil Wolff und die Agricultur-Chemie.

---

In dem vierten Heft der Zeitschrift für deutsche Landwirthe hat sich Herr Dr. E. Wolff, Lehrer der Agricultur-Chemie in Hohenheim, bewogen gefunden, gegen einige in meiner Abhandlung „Ueber das Verhältniß der Chemie zur Landwirthschaft" gelegentlich gemachte Aeußerungen aufzutreten und mich in Beziehung auf dieses Verhältniß eines Bessern zu belehren.

Meine Abhandlung ist durch eine Reihe von Versuchen in England hervorgerufen worden, aus denen man den Schluß gezogen hatte, daß meine Ansichten über die naturgesetzlichen Bedingungen der Ernährung und Cultur der Gewächse sich nicht als richtig bewährt hätten, und da ich bei näherer Prüfung dieser Versuche wahrnahm, daß sie nicht im Widerspruch, sondern in vollkommener Uebereinstimmung mit meiner Lehre ständen, und daß der Widerspruch nur auf einer falschen Interpretation derselben beruhe, so habe ich diese meine Ueberzeugung in meiner Abhandlung darzulegen und durch Gründe zu beweisen gesucht, die, aus meinem Buche genommen, mir unwidersprechlich scheinen. — Da nun Herr Dr. E. Wolff in seinem Werke „die naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues" die oben bemerkten, nach meiner vollen Ueber-

zeugung falschen Schlüsse, in sein Werk als wahr und richtig aufgenommen hat und ich die Verbreitung derselben für allgemein schädlich für das Voranschreiten der wissenschaftlichen Landwirthschaft gehalten habe, so wird mir wohl Niemand das Recht bestreiten, meine Lehre im Gegensatz zu seinen Ansichten zu vertheidigen, und mein sicherlich sehr unschuldiges Verbrechen gegen ihn bestand darin, daß ich eine Stelle aus seinem Buche abgedruckt habe, welche mir hinreichend schien, um den Standpunkt des Hrn. Dr. E. W. klar zu bezeichnen, ohne mich aus Schonung weiter auf die Beurtheilung seines Buches einzulassen. Ich hatte mir geschmeichelt, daß diese Bemerkung und das aufmerksame Studium meiner Abhandlung Hrn. Dr. W. dahin führen würde, meine Lehre aus einem anderen und richtigeren Gesichtspunkte anzusehen, als er bis dahin gewohnt gewesen ist; da er aber in seiner Entgegnung seine, nach meiner Ansicht falschen Lehren fortwährend für wahr ausgiebt und glauben machen will, daß er die meinigen widerlegt habe, so bleibt mir jetzt zu meiner Rechtfertigung nichts übrig, als auf seine Ansichten näher einzugehen. Die deutschen Landwirthe dürften vielleicht durch die folgenden Auseinandersetzungen klar darüber werden, was ich unter wissenschaftlichen Grundsätzen verstehe, und daß ein Widerstreit gegen die Gesetze der Vernunft und die Regeln der Naturforschung einem wissenschaftlichen Selbstmorde gleichkommt. — Der Satz, den ich aus dem Werke des Hrn. Dr. E. W. abdrucken ließ, heißt: „Vergleicht man die soeben erwähnten, unmittelbar aus der Erfahrung und aus zahlreichen Feldversuchen sich ergebenden Thatsachen mit der chemischen Zusammensetzung der Ernteerträge und mit den Mengen der wesentlichen Düngerbestandtheile, welche in den betreffenden Erträgen auf der Fläche eines Hectar ent-

halten sind, so gelangt man zu der Ueberzeugung, daß die durch den Anbau verschiedener Culturpflanzen bewirkte Erschöpfung des Bodens in keiner Weise zu der Menge und der Beschaffenheit der in der Ernte vorhandenen organischen oder mineralischen Bestandtheile in einer directen Beziehung steht und außerdem, daß die von Liebig begründete und früher vertheidigte reine Mineraltheorie durch die praktische Erfahrung nicht als richtig bestätigt wird." — Diesen Schluß des Hrn. Dr. E. W. habe ich für logisch und naturgesetzlich falsch erklärt, denn:

1) wenn der Boden erschöpft wird durch den Anbau von Culturpflanzen;
2) wenn die Erschöpfung eine Entziehung von Nahrungsstoffen ist, welche der Boden an die Pflanze abgiebt und durch die Cultur verliert, so folgt:
3) daß die durch den Anbau verschiedener Culturpflanzen bewirkte Erschöpfung des Bodens immer in directer Beziehung zu der Menge und Beschaffenheit der in der Ernte hinweggenommenen organischen und mineralischen Bestandtheile stehen muß, die Wirkung also stets im Verhältniß zur wirkenden Ursache.

Die Erschöpfung des Bodens für jeden einzelnen Fall steht deßhalb im umgekehrten Verhältniß zur Summe der Nahrungsstoffe, die im Boden vorhanden sind, und im geraden Verhältniß zum Theil dieser Summe, welche der Boden an die Pflanze abgegeben hat.

Auch wenn es wahr wäre, was es nicht ist, daß nach Hrn. Dr. W. die Erschöpfung des Bodens durch die Cultur des Weizens auf einem Verlust an Ammoniak beruhe, daß das Ammoniak zum großen Theil dazu diene, um den Uebergang

der Kieselsäure in die Weizenpflanze zu vermitteln, daß es die Kieselsäure des Bodens löslicher mache, in die Pflanze überführe und dann, ohne weiteren Antheil am Vegetationsproceß zu nehmen, verdunste, so würde der durch diese Ursache bedingte Ammoniakverlust stets im Verhältniß zu der in die Pflanze übergeführten Kieselsäure-Menge, die Erschöpfung demnach zu der Menge dieses in der Ernte vorhandenen Bestandtheils in directer Beziehung stehen müssen. Dasselbe gilt für die Ammoniaksalze, wenn sie als Lösungsmittel wirksam sind und dazu beitragen, den Ernteertrag zu erhöhen.

Was die von „Liebig begründete und früher vertheidigte reine Mineraltheorie" betrifft, so sagt darüber Hr. Dr. W. in seiner Gegenschrift S. 112: „Da es dem Hrn. v. Liebig völlig unklar ist, auf welche Weise ich (Hr. W.) zu der Bekanntschaft der von ihm begründeten, und wie es scheint, noch jetzt vertheidigten sog. reinen Mineraltheorie gelangt bin, so will ich ihn darüber aufklären. Unter der Liebig'schen Mineraltheorie versteht Jedermann die Idee, welche in dem sog. Patentdünger ihre praktische Anwendung finden sollte." — In meiner Abhandlung glaubte ich für Jedermann überzeugend dargethan zu haben, daß was Herr Lawes meine „reine Mineraltheorie" nennt, eine reine Erfindung von ihm ist. Herr Wolff kommt darauf zurück, daß diese Theorie von mir begründet worden sei und noch jetzt vertheidigt werde, und erklärt, was er darunter verstanden haben wolle. Ich gestehe, daß ich durch seine Auseinandersetzung nicht aufgeklärt bin. Unter einer Theorie versteht jeder Mann der Wissenschaft eine Lehre, und zwar die Darlegung des Zusammenhangs einer Reihe von Naturgesetzen, welche in ihrem Zusammenwirken eine Naturerscheinung zum Vorschein bringen, welche z. B. in dem Wachsen einer Pflanze thätig sind oder

welche die Erschöpfung eines Feldes für gewisse Gewächse bedingen. Eine Idee ist ein Begriff, eine Vorstellung und keine Theorie. Das Verständniß einer Theorie setzt Begriffe voraus, und wenn Jemand sich falsche Ideen von dem Wesen einer Theorie macht, so verzichtet er auf das Verständniß derselben. Der Patentdünger ist aus der Idee hervorgegangen, zu ermitteln, welche unter den Culturpflanzen Ammoniak im Dünger nöthig haben und welche nicht; dann sollte damit den Landwirthen Gelegenheit gegeben werden, zu versuchen, ob sich nicht auf einem gegebenen Felde durch Zufuhr der in den verschiedenen Ernten entzogenen Bodenbestandtheile, in gewissen Zuständen der Löslichkeit, bewirken lasse, auf einem und demselben Felde dieselbe Pflanze in ununterbrochener Aufeinanderfolge mit Erfolg zu cultiviren. — Es schien mir diese Idee eine wissenschaftlich und praktisch gleichwichtige Frage zu umfassen und ich habe geglaubt, daß die Verwirklichung derselben den Landwirthen nützlich sein könnte, besonders in der Cultur von Futter- und Handelsgewächsen. Die Bedürfnisse und Anforderungen der Landwirthschaft sind so mannigfaltig und es kann verlangt werden, daß die Wissenschaft allen genüge. — Sehr viele ganz wohlmeinende und verständige Männer haben sich gegen die Anwendbarkeit und Ausführbarkeit dieser Idee in der Praxis ausgesprochen, aber ich kann nicht verhehlen, daß die Gründe, die sie entgegenstellten, mich nicht befriedigt haben. Ich leugne aber nicht, daß die Ausführung mehr Schwierigkeiten darbot, als ich anfangs dachte, ich halte aber die Schwierigkeiten für überwindlich und Niemand kann zuletzt die Idee an und für sich für widersinnig halten. — Die Verwirklichung dieser Idee setzt voraus eine Zahl von chemischen Verbindungen und die Zubereitung derselben. Eine der Hauptschwierigkeiten bot eben

die chemische und mechanische Zubereitung der Stoffe dar, die zur Zusammensetzung dieses Düngers dienen. In einer gewissen Form wirken sie zu rasch, in einer anderen zu langsam. Welches die richtige Form und Beschaffenheit ist, die diesen Stoffen, um in einer gegebenen Zeit ihre volle Wirksamkeit zu äußern, gegeben werden muß, dieß ist eine technische Aufgabe, die mit der Idee nichts weiter zu thun hat. Man kann aus demselben Mehl zweierlei Brod backen, ein wohlschmeckendes, gesundes, und ein schweres, unverdauliches, ungenießbares Brod; dieß hängt vom Bäcker ab. Ich gebe übrigens zu, daß auch der Magen dabei mitzusprechen hat. Die technische Zubereitung des sog. Patentdüngers ist, wie es scheint, mangelhaft gewesen. Was hat aber dieß zu thun mit meiner Theorie der Cultur der Gewächse, mit den Quellen ihrer Nahrung oder mit der Idee, zu deren Verwirklichung dieser Dünger dienen sollte? Wahrlich, wenn man in den Naturwissenschaften und den technischen Fächern, eine Idee, welche an sich nicht absurd ist und nützlich zu sein verspricht, nach dem ersten mißlingenden Versuche zu ihrer Verwirklichung als unwahr verworfen und aufgegeben haben würde, so existirten die Naturwissenschaften nicht; denn die Regel ist, daß die ersten Versuche, der technischen Schwierigkeiten wegen, immer mißlingen. Daß die Vorstellungen, die Hr. Dr. E. W. an den sog. Patentdünger knüpft, vollkommen unrichtig sind, und daß die Bezeichnung der demselben zu Grund liegenden Idee mit den Worten „der reinen Mineraltheorie Liebig's" auf mangelhaften und falschen Begriffen von dem Wesen einer Theorie beruht, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung mehr. — Gegen den Vorwurf, auf die Idee, welche dem sog. Patentdünger zu Grunde lag, eine Speculation gegründet zu haben, welche Hr. Dr. E. W. auf's Neue in

Umlauf setzt, indem er S. 112 sagt: „Wenn jene Idee zu der Speculation führte, im Großen mit Vortheil derartige Düngmittel zu fabriciren, so muß diese Speculation als eine völlig verunglückte angesehen werden", will ich mir hier noch einige Bemerkungen erlauben. Die mir nicht sehr günstige Ansicht, welche Hr. Dr. E. W. in seiner wissenschaftlichen Entgegnung, über meine persönlichen Absichten, in diesem Satze ausspricht, insofern er verstanden haben will, daß sie im Wesentlichen auf den Geldbeutel der Landwirthe berechnet gewesen seien, ist nicht von ihm erfunden, sondern nachgesprochen. Sie gehört dem Hrn. Prof. Dr. Mulder in Utrecht an. — Ich hatte damals, als Hr. Dr. Mulder diese Entdeckung machte, durch eine Reihe von Untersuchungen, die ich über sein Protein in meinem Laboratorium durch den Hrn. Dr. Fleitmann und Hrn. Laskowski anstellen ließ, dargethan, daß dieses Protein, seine glänzendste Entdeckung, nicht in der Wirklichkeit, sondern nur in seiner Einbildung existire; dazu kam noch, daß ich ihm einen kleinen Dienst geleistet hatte, der seine Anstellung in Utrecht zur Folge hatte, und dieß sind Dinge, die man nicht leicht verzeiht, und sie veranlaßten ihn, mir in allen wissenschaftlichen Zeitschriften einen Krieg bis zum Messer und eine Feindschaft bis zum Tode zu erklären. Die Erfindung von der Speculation mit dem Patentdünger war eine der tödtlichen Waffen, womit er mich zu verwunden suchte. Ich habe nie ein Wort auf seine Kriegserklärung erwidert und keinen Finger gegen ihn geregt; ich wußte, daß Alles dieß nur die Verzweiflung eines Versinkenden war, der Kork, der seinen Namen schwimmend erhielt, war ihm hinweggenommen; er ist jetzt so gut wie verschollen, und in der Wissenschaft wird sein Name nur seines Irrthums wegen erhalten bleiben.

Unter Speculation versteht man im gewöhnlichen Sinne ein erlaubtes Gewinnsuchen, welches nicht trennbar von einem neuen Geschäfte oder einer Fabrikation ist. Die wackern Männer, welche die Fabrikation des sog. Patentdüngers unternahmen, hatten Geldvorlagen für Schmelzofen, eine Mühle 2c. zu machen, und Niemand wird es ihnen verargen, wenn sie diese Ausgabe nur machten in der Hoffnung auf Ersatz und Gewinn. — Der künftige Vortheil eines neuen Fabrikationszweiges hängt wesentlich davon ab, daß die Verbraucher der Waare in dem Verbrauch einen gewissen Vortheil finden, denn im entgegengesetzten Fall gelingt eine Speculation nicht. Ich für meine Person beklage es aufrichtig, daß der sog. Patentdünger den Landwirthen nicht den gewünschten Vortheil brachte; ich begreife aber nicht ganz die Freude, welche viele landwirthschaftliche Schriftsteller in Deutschland darüber an den Tag gelegt haben und noch äußern, daß die Idee ihres deutschen Landsmannes damals so gänzlich Bankerott in England gemacht hat; es ist gerade so, wie wenn ihr Gelingen die größte Calamität für die Landwirthschaft gewesen wäre. Einem Fabrikanten den erlaubten Gewinn mißgönnen, diese Gesinnung findet sich, wie ich glaube, nur in Deutschland. — Ich erwähne noch, daß die Unternehmer ein Patent, nicht auf die Zusammensetzung des Düngers, welche nicht monopolisirt werden konnte, sondern auf die Darstellung einer von mir entdeckten, bis dahin unbekannten Verbindung von kohlensaurem Kalk mit kohlensaurem Kali nahmen, von welcher sie sich in der Glasfabrikation Anwendung versprachen, und sie handelten darin der Gewohnheit ihres Landes gemäß und als ächte Engländer.

Was hierunter zu verstehen ist, wird vielleicht aus einem Briefe von einem meiner Freunde in England klar, den ich

in Antwort auf einen Brief an ihn erhielt, worin ich meine Verwunderung darüber ausdrückte, wie es in seinem an Intelligenz so reichen Vaterlande möglich sei, daß ein von Kenntnissen und wissenschaftlicher Bildung so entblößter Mann, wie Hr. Lawes mir erscheine, eine Rolle als wissenschaftlicher Landwirth und als erste Autorität in landwirthschaftlichen Dingen spielen könnte. Er schrieb mir hierüber Folgendes:

„Sie irren sich vollständig in Hrn. Lawes, er ist ein sehr gescheidter und unternehmender Mann, der mit dem vollsten Bewußtsein seiner Unbekanntschaft in wissenschaftlichen Dingen, seine Landsleute auf die geschickteste Weise auszubeuten versteht. Sie wissen wahrscheinlich nicht, daß Hr. Lawes das größte Düngergeschäft in England besitzt, welches ihm eine jährliche Rente von 4 — 5000 Livres Sterling abwirft, und die von ihm publicirten agricultur-chemischen Untersuchungen sind, da die Agriculturchemie zur Modesache bei uns geworden ist, auf die vortrefflichste Weise berechnet, sein Geschäft zu vergrößern. Jede seiner Abhandlungen, welche ohne Bezahlung von Gebühren in den ersten Zeitschriften erscheint und in England überall verbreitet wird, bringt seinem Handel den vollen Nutzen, den unablässige Anzeigen seines Düngers in den Zeitungen, welche sehr theuer bei uns sind, ihm gewähren würden, und wie groß auch seine Ausgaben für seine Experimente sein mögen, so glaube ich dennoch, daß er davon noch Gewinn in den ersparten Anzeigen (advertissements) hat. Nichts ist ihm deßhalb willkommener als ein Angriff, von welcher Seite er auch kommen mag, weil ihm dieß eine neue und willkommene Gelegenheit giebt, seinen Namen im Gedächtniß des Publicums aufzufrischen. Bei uns wird jede wissenschaftliche Frage zu einem Mittel, Geld zu machen (to make money). Der bekannte Streichriemenfabrikant Mechi,

seitdem er sehr reich geworden ist, findet es nicht mehr anständig, als Streichriemenfabrikant in der Times aufzutreten: er hat deßhalb eine Modellfarm bei London errichtet und er überschwemmt seit Jahren die kleinen landwirthschaftlichen Journale Englands mit seinen landwirthschaftlichen Erfahrungen und Beobachtungen und macht mehr in Streichriemen und Rasirmessern als je, da kein Farmer vom Lande die Metropole besucht, ohne seine Farm zu besuchen und Streichriemen zu kaufen. Wenn Sie auf Ihre Erfindung, die Knochen mit Schwefelsäure aufzuschließen oder die Coprolithen anstatt Knochen zum Dünger zu verwenden, ein Patent genommen hätten, so würden Sie sich damit ein Einkommen gesichert haben, was das vieler deutschen Fürsten weit übersteigt. Aber diese Dinge versteht man nur bei uns."

Ich nehme gerechten Anstand, diese sicherlich übertriebenen Anschauungen meines Freundes zu den meinigen zu machen; was ich auf eine eingezogene Erkundigung verbürgen kann, ist dieß, daß Hr. Lawes einer der bedeutendsten Fabrikanten von aufgeschlossenem Knochendünger ist. — Ich wage es zu hoffen, daß Hr. Dr. E. W. nach diesen Auseinandersetzungen eine richtigere Vorstellung von der Idee gewinnt, welche der Fabrikation des sog. Patentdüngers zu Grunde lag. Was mich im Besonderen betrifft, so habe ich mich seit dreißig Jahren ziemlich viel mit Speculationen abgegeben, aber freilich nicht mit solchen, gegen die man auf dem Markte Geld einwechselt.

Ich werde mir jetzt erlauben, näher auf die Entgegnung des Hrn. Dr. E. W. einzugehen; sie ist, wie man sehen wird, ein Beleg zu der Behauptung, die ich in meiner Abhandlung ausgesprochen habe, daß es ganz hoffnungslos ist, durch Gründe der Vernunft, oder durch Schlüsse, gestützt auf positive Naturgesetze, Eindruck auf den Geist von Menschen

zu machen, welche absichtlich ihr Ohr und Auge verschließen. Der Gegenstand meiner Abhandlung ist der Nachweis gewesen, daß die Erfahrung der Landwirthe, insbesondere die Versuche des Hrn. Lawes in Rothamsted nicht in Widerspruch mit meiner Lehre, sondern in Uebereinstimmung damit ständen. Um die Vergleichung der Thatsachen mit meiner Lehre zu erleichtern, habe ich letztere in fünfzig kurzen Sätzen entwickelt, die im Wesentlichen den Inhalt meines Buches ausmachen.

Ein wissenschaftlicher Streit, ich meine ein Widerspruch, kann möglicher Weise nur über die Frage entstehen, ob diese fünfzig Thesen wahr sind, oder ob eine davon nicht richtig ist, oder darüber, ob die Gründe, die ich daraus geschöpft habe, dasjenige wirklich beweisen, was sie beweisen sollen. Man wird aber auf achtzehn Spalten der Entgegnung des Hrn. Dr. W. ganz vergeblich auch nur nach einer Anspielung auf einen dieser fünfzig Sätze suchen, und anstatt auf meine Gründe und Beweismittel einzugehen und sie mit den von Lawes beobachteten Thatsachen zu vergleichen, zieht er es vor, Alles dieß, den Hauptgegenstand meiner Abhandlung, vollständig zu ignoriren, so zwar, daß es beinahe den Anschein hat, als ob er sie gar nicht gelesen habe. Statt eines wissenschaftlichen Gegenbeweises wiederholt Hr. Dr. E. W. alle die Behauptungen des Hrn. Lawes wörtlich, wie wenn er sie frisch aus dem Englischen übersetzt hätte, welche ich vollständig widerlegt zu haben glaubte. Er sagt S. 108: „Die Versuche (des Hrn. Lawes), von deren Menge und praktischer Bedeutung Hr. v. Liebig keine Ahnung zu haben scheint, haben in ihrer Gesammtheit die folgenden Resultate geliefert:

1) „Vor allen Düngerbestandtheilen befördert der chemisch gebundene Stickstoff am auffallendsten das Gedeihen der Cul-

turpflanzen; unter allen boden- und klimatischen Verhältnissen zeigen die stickstoffreichen Düngmittel vorzugsweise eine sichere und lohnende Wirkung."

2) „Nächst dem Stickstoff erleidet der Boden an Phosphorsäure am leichtesten einen fühlbaren Mangel; eine directe Zufuhr derselben wird daher häufig zur Erhöhung der Ernten beitragen."

3) „Weit seltener als die angeführten beiden Stoffe sind die fixen Alkalien, für sich allein angewendet, im Stande, die Fruchtbarkeit des Feldes bedeutend zu vermehren; namentlich ist auf deren Gegenwart in den sog. künstlichen und concentrirten Düngmitteln wenig Gewicht zu legen."

4) „Die geringste Bedeutung in landwirthschaftlicher Beziehung hat eine directe Vermehrung der löslichen Kieselerde."

Ich habe in meiner Abhandlung den Beweis geführt, daß diese Behauptungen, als einfache Thatsachen betrachtet, wahr sind für einzelne Fälle, aber ganz unwahr für eine Menge anderer Fälle, daß sie nur unter gewissen Voraussetzungen zuläßig sind für gewisse Bodenarten, und wenn diese Vorbedingungen fehlen, ganz unzuläßig für die Mehrzahl von anderen Bodenarten, sie haben mit einem Worte keine allgemeine Giltigkeit und sind nicht Ausdrücke für Naturgesetze, d. h. sie schließen keine unbestreitbare Wahrheit in sich ein.

Das Nichtverstehen meiner Auseinandersetzungen — ich will es dahin gestellt sein lassen, ob es von Seiten des Lehrers der Agriculturchemie in Hohenheim absichtlich oder unabsichtlich ist — beruht darauf, daß er keine richtige Vorstellung von einer Thatsache, einem Factum, und über das hat, was man eine Erfahrung nennt. — Wenn ein Stein in einer gewissen Richtung fällt, so ist dieß eine Thatsache, welche wahrgenommen wird, wenn ein Stein 2, 3,

5 und 20 Mal in ähnlicher Richtung sich bewegt, so ist dieß die Thatsache 2, 3, 5 und 10 Mal; es ist noch keine Erfahrung.

Wenn aber ermittelt wird, unter welchen Umständen der Stein gerade in dieser und keiner anderen Richtung sich bewegt hat, so wird die Wahrnehmung der Thatsache zu einer Beobachtung, d. h. zu einer Erfahrung, welche uns sagt, daß, wenn die gleichen Umstände, welche in diesem Falle Bedingungen heißen, sich vereinigen, der Stein immer, zu allen Zeiten und an allen Orten in derselben Richtung und Geschwindigkeit sich bewegen muß. — Die Behauptungen des Hrn. Lawes beziehen sich auf einfache, durch Probiren ermittelte Thatsachen, es sind Wahrnehmungen, keine Erfahrungen; denn wären es Erfahrungen, so müßten wir mit allen jenen Umständen bekannt sein, unter welchen der chemisch gebundene Stickstoff, die Phosphorsäure ꝛc. eine Wirkung, und die Alkalien und Kieselsäure keine Wirkung hätten. Darum hat sich aber Hr. Lawes nicht im Entferntesten bemüht; hätte er es gethan, so würden wir damit wissen, warum der gebundene Stickstoff, die Phosphorsäure bei gewissen Pflanzen und auf gewissen Bodenarten keine Wirkung hervorbringen, und bei welchen Pflanzen und welcher Bodenbeschaffenheit wir mit aller Sicherheit auf eine Wirkung rechnen können. Das Naturgesetz, nach welchem der Landwirth seine Düngung einrichten und seine Düngerbestandtheile wählen muß, heißt in der einfachsten Form:

> Die Höhe des Ertrages eines Feldes (von gegebener Beschaffenheit und Zusammensetzung) steht im Verhältniß zu demjenigen zur völligen Entwickelung der Pflanze unentbehrlichen Nahrungsstoff, welcher im Boden (in

geeigneter Form und Beschaffenheit) **in kleinster Menge** (im Minimo) vorhanden ist.

Wenn demnach in dem Boden ein Minimum von Stickstoff (oder Phosphorsäure, oder Alkalien, oder löslicher Kieselsäure ꝛc.) zugegen ist, während alle übrigen nothwendigen Nahrungsstoffe im Maximo vorhanden sind, so wird durch Erhöhung dieses Minimums von Stickstoff (von Phosphorsäure, von Alkalien und von Kieselsäure ꝛc.) auf ein Maximum durch Düngung, der Ertrag für alle Pflanzen, welche ein Maximum von Stickstoff (oder von Phosphorsäure, von Alkalien, von Kieselsäure ꝛc.) für ihre völlige Entwickelung bedürfen, ein Maximum sein. — Dieses Gesetz gilt für jeden Bestandtheil; keiner hat für sich einen Werth als Dünger vorzugsweise; der Werth wird bedingt und entschieden durch den Gehalt des Feldes, und derjenige unter diesen Stoffen gewinnt in den besonderen Fällen den Vorzug vor jedem anderen, welcher für jede Pflanze vermehrt werden muß, um seine Quantität in das richtige Verhältniß mit den anderen zu setzen. — Wenn man durch Zufuhr von phosphorsaurem Kalk (von Knochen) oder von Ammoniak und phosphorsauren Salzen (durch Guano) diese in einem Felde im Minimo vorhandenen Nahrungsstoffe vermehrt hat, und es steigt in Folge dieser Vermehrung der Ertrag, so steht derselbe jetzt im Verhältniß zu der im Boden vorhandenen kleinsten Menge eines anderen Bestandtheiles desselben, der nicht zugeführt worden ist (z. B. zur löslichen Kieselsäure, zum Kali oder Kalk), und wenn man mit Maximum die Menge eines einzelnen im Dünger zugeführten Bestandtheiles bezeichnet, welcher im Verhältniß zu der Menge der im Boden bereits enthaltenen anderen nothwendigen Bestandtheile den Ertrag auf eine volle Ernte erhöht, so hat die weitere Zufuhr über das

Maximum hinaus, auf die Erhöhung des Ertrages keinen Einfluß mehr, weil dieser jetzt durch einen anderen im Minimo vorhandenen Bestandtheil geregelt wird. Wenn man also von der Düngung eines Morgen Landes mit 100 Pfd. Knochenmehl einen Mehrertrag = 1 erhalten hat, so geben 200 oder 300 Pfd. Knochenmehl nicht den doppelten oder dreifachen Mehrertrag, sondern weit weniger, und wenn 100 Pfd. die im Boden fehlende und ergänzende Menge phosphorsauren Kalk ausdrücken, welche den ganzen Ueberschuß der anderen Bestandtheile wirksam gemacht haben, so muß eine weitere Zufuhr an Knochenmehl absolut wirkungslos sein, weil das Knochenmehl nicht für sich eine Wirkung hervorbringt. Die Wechselwirthschaft beruht gerade darauf, daß jede einzelne Culturpflanze für jeden einzelnen Nahrungsstoff, den der Boden liefern muß, ein eigenes Minimum hat. Was der Boden für eine Pflanze zu wenig davon erhält, macht für eine andere Pflanze eine genügende Menge oder ein Maximum aus.

Indem Hr. Dr. E. W. die Ansichten des Herrn Lawes wörtlich wiederholt, fährt er S. 110 fort: „Es wird daher fast in jedem, seit längerer Zeit cultivirten Boden in Verhältniß zu seinem Gehalt an Phosphorsäure und Stickstoff ein größerer oder geringerer Ueberschuß an löslichen alkalischen oder kieselsauren Verbindungen vorhanden sein.“

„Darum sei der chemisch gebundene Stickstoff und die Phosphorsäure im Dünger so wirksam, darum erhöhe eine verhältnißmäßig geringe Menge jener Verbindungen neben Stallmist so bedeutend die fruchtbar machende Kraft des letzteren; darum vermöge man unter allen Bodenverhältnissen, wo die Mitwirkung der organischen Bestandtheile des Mistes nicht weiter in Anschlag zu bringen sei,

durch die alleinige Zufuhr von Stickstoff und Phosphorsäure die Fruchtbarkeit des Feldes zehn, zwanzig und mehre Jahre auf ihrer relativ höchsten Höhe zu erhalten, darum endlich habe ein künstliches Düngmittel, welches die hinweggenommenen Bestandtheile vollständig ersetze, keine genügende Wirkung."

Alles dieses sind ganz inhaltleere Behauptungen, keine Schlüsse, weil der Vordersatz nicht wahr ist; denn woher weiß denn Hr. W., daß fast alle seit längerer Zeit cultivirten Felder einen Ueberschuß an Alkalien und löslichen Silikaten enthalten? Doch nur aus den Versuchen von Hrn. Lawes! Weil Hr. Lawes sieben Jahre lang gewisse Thatsachen wahrnahm in der Cultur des Weizens und der Rüben, ermittelt durch Versuche auf den reichsten Feldern in England, deßhalb sollen alle seit längerer Zeit cultivirten Felder die Beschaffenheit der Felder des Hrn. Lawes haben! Hieraus zu schließen, daß alle Landwirthe die nämlichen Wahrnehmungen wie Hr. Lawes machen werden, wenn sie sein Verfahren befolgen, dieß ist doch gegen alle Gesetze der Logik!

Nicht darum wendet der Landwirth Knochenmehl und alkalifreie Düngmittel an, weil er weiß, daß sein Boden einen Ueberschuß von Alkalien und löslicher Kieselsäure hat, sondern wenn Knochenmehl eine günstige Wirkung äußert, so schließt er daraus, daß sein Boden die anderen der Pflanze nothwendigen Bestandtheile in genügender Menge enthalten habe. Daß er zum zweiten und dritten Male dieselben Erfolge haben werde, weiß er nicht mit der geringsten Wahrscheinlichkeit voraus, und wenn er fortfährt, Ammoniaksalze und Knochenmehl zu geben, so spielt er eben ein für ihn gefahrdrohendes Würfelspiel. Der rationelle Landwirth wird, wenn er den Gehalt und die Beschaffenheit seines Bo-

dens nicht ganz genau kennt, was wohl in der Mehrzahl der Fälle statthaben wird, Alles thun, was ihn die Wissenschaft lehrt, um sich den Erfolg auf die Dauer zu sichern, und das Nächste ist doch unstreitig, dem Felde zu ersetzen, was man ihm genommen hat, ganz gleichgültig, ob dieß in jedem Jahre oder nach einem Umlauf geschieht.

Hr. Dr. E. W. empfiehlt das folgende Culturverfahren (immer wörtlich Hrn. Lawes entnommen) S. 110: „Wenn ein Landwirth seinen Feldern ausschließlich Guano, Knochenmehl und Chilisalpeter zuführt, so wird er unter sonst günstigen physikalischen Bodenverhältnissen eine Reihe von Jahren vorzügliche Ernten erzielen, in jedem Fall wird früher oder später ein Zeitpunkt eintreten, wo der im Boden vorhanden gewesene Ueberschuß an gewissen Pflanzen-Nahrungsstoffen verschwunden ist, dann genügt die alleinige Zufuhr von Stickstoff und Phosphorsäure nicht mehr; die Ernten vermindern sich und dann wird es Zeit sein, zu der Anwendung des gewöhnlichen Stalldüngers zurückzukehren, um mit Hülfe desselben nach und nach wieder eine überschüssige Menge von Alkalien im Boden einzusammeln."

Um einen trivialen Vergleich zu brauchen, so meint Hr. W., man solle einem arbeitenden Pferde nur Hafer geben und wenn seine Gesundheit anfängt, darunter zu leiden, so soll man den Hafer ausschließen und Heu füttern und das Pferd ein Mal wie das andere Mal arbeiten lassen. Oder einem gesunden, kräftigen Arbeiter nur Fleisch mit Ausschluß des Brotes, und wenn es ihm zum Ekel geworden ist, nur Brot und kein Fleisch.

Ich meine, man solle dem Pferde Hafer und Heu und dem arbeitenden Manne Fleisch und Brot stets im richtigen Verhältniß zum Ersatz seiner in der Arbeit verbrauchten Kraft

geben. Ich zweifle kaum, daß es unter den Landwirthen, wie in allen Ständen, unwissende und leichtgläubige Thoren geben mag, welche diese Rathschläge des Verfassers der naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues buchstäblich befolgen werden, und wenn sie ihre Felder durch Knochenmehl, Chilisalpeter und Ammoniaksalze auf den Nullpunkt der Ertragsfähigkeit gebracht, so werden sie dann die Probe machen können, ob und wann das Feld durch Stalldünger seinen ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurückerhalten wird, und ob, wenn dieß gewagte Verfahren in einem einzelnen Falle gelingt, sie etwas dabei erspart haben.

Der Himmel behüte die Landwirthschaft vor einer solchen Wissenschaft und mache, daß die Landwirthe zurückkehren zu der gesunden, nüchternen und weisen Empirie eines Thaer und Schwerz.

Von dem Umstande, daß nur wenig Landwirthe den Unterschied einer Thatsache und einer Erfahrung scharf im Auge behalten, rühren die unerquicklichen Streitigkeiten in den landwirthschaftlichen Zeitschriften und den Versammlungen der Landwirthe her. Wie häufig sieht man nicht dort, daß zwei Männer einander in Beziehung auf die Wahrheit einer Erscheinung (die Wirksamkeit des Knochenmehls z. B., aufgeschlossen oder unaufgeschlossen) geradezu widersprechen, indem jeder sich auf seine Erfahrungen stützt, wo er von Thatsachen hätte sprechen sollen, welche für sich ihrer Natur nach niemals Beweiskraft haben, und da ein Jeder von seiner Meinung nicht abgeht und Keiner den Anderen überzeugen kann, so verstärken sie zuletzt ihre Behauptungen durch beleidigende, harte und verletzende Redensarten. Diese Gewohnheit ist so allgemein, daß ich mich nicht darüber wundere, wenn sie auch Hr. W. zu der seinigen gemacht hat; allein

diese Mittel der Verstärkung der Beweisgründe gelten in der Physik und Chemie, um die es sich hier handelt, nicht. — Ich verlasse jetzt die aus dem Englischen entlehnten Ansichten des Hrn. Dr. E. W., da ich mich in meiner Abhandlung hinlänglich darüber ausgesprochen habe, und will nun an den ihm eigenthümlich angehörigen Ansichten zeigen, was ich darunter gemeint habe, wenn ich zur Begründung einer wissenschaftlichen Landwirthschaft gebieterisch verlange, daß der Werth einer Thatsache und einer Erfahrung in der Landwirthschaft, wie in jedem anderen Gebiete der Naturforschung, beurtheilt und gemessen werden muß mit dem Maßstabe der Wissenschaft, und dieß sind die Wahrheiten, welche mit Vernunft und Naturgesetzen sich in Uebereinstimmung befinden.

Es wäre wohl vollkommen widersinnig, zu behaupten, daß die Gesetze des Feldbaues, welche die Operationen des Landwirthes bedingen und regeln, eine Ausnahme machten von allen Naturgesetzen, daß sie damit im Widerspruch stehen dürften.

Der wissenschaftliche Landwirth muß in der Lösung seiner Fragen genau verfahren wie der Naturforscher, und wenn er eine Erscheinung erklären, eine Thatsache beobachten will, so muß er vorerst untersuchen:

1) Ob die Erscheinung wirklich in der Weise stattgefunden hat, wie er sie wahrnimmt, oder wie ein Anderer behauptet, ob die Thatsache eine wahre Thatsache ist —

und er muß sodann:

in der Aufsuchung der Ursachen, durch die sie bedingt ist, nachweisen:

2) Daß diese Ursachen wirklich existiren und daß die Erscheinung wirklich durch diese

Ursachen bedingt und hervorgerufen worden ist.

Ich werde als Beispiel die Erklärung wählen, welche Hr. W. gegeben hat, woher es komme, daß die Halmfrüchte, wenn sie bis zur Reife auf dem Felde bleiben, eine große Menge löslicher Ammoniakverbindungen dem Boden entziehen und daß darauf die Erschöpfung des Feldes beruhe.

Ich werde 1) zeigen, daß die Thatsache als solche nicht besteht, 2) daß die Ursachen, die er angiebt, ebenfalls nicht bestehen, daß also, wenn die Thatsache wirklich bestände, sie durch das Zusammenwirken der angegebenen Ursachen nicht bedingt sein könnte.

Ehe ich meinen Maßstab anlege, will ich zuvörderst anführen, wie man nach Hrn. Dr. W. in der Landwirthschaft, im Gegensatz zu meiner Lehre, verfahren müsse. Er sagt S. 127:

„Die Gesammtheit jener Erscheinungen und dieser Bedingungen bilden die landwirthschaftlichen Erfahrungen, die eine Anzahl von Thatsachen umfaßt, an denen man die Richtigkeit einer Theorie prüfen kann und muß; keine Theorie kann jene Thatsachen umstoßen, und wenn sie mit denselben im Widerspruch steht, so ist sie falsch. Die Lehrer der Agriculturchemie an den landwirthschaftlichen Lehranstalten müssen diese Thatsachen, d. h. die allgemeinen Erfahrungen der Landwirthe kennen, sie müssen an dieselben ihre theoretischen Erörterungen knüpfen und die Bestätigung der letzteren durch die ersteren nachweisen. Sobald dieses nicht geschieht, sobald der Lehrer verlangt, daß die thatsächlichen Erfahrungen der Landwirthe sich irgend einer Theorie, und sei es auch einer Liebig'schen, anbequemen sollen, sobald er die Richtigkeit der ersteren ausschließlich nach dem durch die letzteren gegebenen

Maßstab abmessen, oder gar seine Theorien, ohne allen durch die Praxis gegebenen Maßstab herstellen will, dann hört er auf, in seinen Vorträgen verständlich und nützlich zu sein, dann wird er seinen Zuhörern gegenüber lächerlich."

Um jedes Mißverständniß zu beseitigen, wiederhole ich, daß die landwirthschaftlichen Erfahrungen nach meiner Lehre, wenn sie als wahr und richtig gelten sollen, gewissen unwidersprechlichen Wahrheiten nicht widersprechen dürfen; eine jede Erfahrung muß verworfen werden, aus welcher z. B. gefolgert werden kann, daß zwei mal zwei nicht vier, sondern fünf ist.

Hr. Dr. E. W. meint, daß die Theorie den Erfahrungen der Landwirthe entsprechen müsse, und wenn aus denselben sich ergebe, daß zwei mal zwei fünf sei, so dürfe die Theorie hiermit nicht im Widerspruch stehen, sonst sei sie falsch.

Wir wollen sogleich sehen, in welcher Weise diese Grundsätze den praktischen Erfahrungen entsprechen, und wie die Theorie des Hrn. Dr. E. W. verfährt, um sich der Praxis anzupassen.

1) „Es ist eine wohlbegründete Thatsache, welche durch keine Theorie umgestoßen werden kann (sagt Hr. Dr. E. W. S. 115), daß die Halmfrüchte, wenn sie bis zur Reife auf dem Felde bleiben, eine große Menge löslicher Ammoniakverbindungen dem Boden entziehen und daß dadurch (S. 117) der Boden unfähiger werde, eine nachfolgende reichliche Ernte zu produciren."

Da nun (S. 116)

2) „scheinbar nach der Blüthe keine weitere Assimilation von Stickstoff in der reifen Pflanze statthabe, dennoch aber

gerade in dieser Periode der Boden an Stickstoffverbindungen sehr beträchtlich erschöpft werde, so müsse:

der Verlust des Bodens an Stickstoff mit anderen Vegetationsprocessen in nothwendigem Zusammenhang stehen (S. 115)."

Die Erklärung ist:

3) die Weizenpflanze bedürfe einer bedeutenden Menge Kieselsäure von der Blüthe an bis zur Reife;

4) diese Kieselsäure werde der Pflanze durch das Ammoniak des Bodens zugeführt;

5) die Kieselsäure lagere sich im Halm ab, das Ammoniak verdunste durch die Pflanze.

Daher der Verlust des Bodens an Ammoniak und die verminderte Fähigkeit des Bodens, eine nachfolgende reichliche Ernte zu produciren. Als Beleg zu dieser auffallenden Erscheinung (daß der Boden einen großen Verlust an Stickstoff erleide, der sich in der Pflanze nicht wiederfinde) sagt Hr. Dr. E. W., S. 116: „Die englischen Agriculturchemiker Hurtable, Thomson und besonders Way haben gezeigt, daß eine in dem Boden vorkommende Doppelverbindung von kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Kalke, in der Weise durch Natron, Kali und Ammoniak zersetzt wird, daß einer oder mehrere der zuletzt genannten Stoffe ganz oder theilweise den Kalk aus den erwähnten Verbindungen verdrängen und an dessen Stelle treten können. Das Ammoniak äußere in dieser Verbindung die größte chemische Verwandtschaft, sogar eine größere, als Kali oder Natron. Die Ammoniakverbindung, welche stets sich bilden muß, wenn Ammoniaksalze mit den Bestandtheilen der Ackerkrume in eine innige Berührung gebracht worden, werde unter der Einwirkung einer großen Menge Wasser zersetzt, indem das kiesel-

saure Ammoniak sich in der Flüssigkeit auflöst, während die kieselsaure Thonerde ungelöst zurückbleibt und unter geeigneten Verhältnissen wiederum mit neuen Mengen von kieselsauren Alkalien sich verbinden könne."

„Die Löslichkeit des kieselsauren Ammoniaks in Wasser werde sehr bedeutend erhöht, wenn das letztere mit freier Kohlensäure gesättigt sei, und noch mehr, wenn dasselbe eine Beimischung einer geringen Menge von einem anderen Salze, z. B. kohlensaurem Ammoniak oder Kochsalz, enthält. Das kieselsaure Ammoniak werde schon durch die Verdunstung des Wassers zersetzt; es verflüchtige sich mit dem Wasser die ganze Menge des Ammoniaks und die Kieselsäure bleibe im unverbundenen Zustand zurück. Da nun im Boden die aufnehmbare Kieselsäure in der That in Verbindung mit Ammoniak zugegen sei, die Weizenpflanze aber eine bedeutende Menge von Kieselsäure in der Zeit zwischen der Blüthe und Reife zu ihrer vollkommnen Ausbildung bedürfe, so möchte es kaum zweifelhaft sein, daß die Aufnahme dieser Substanz wirklich in jener Verbindung erfolge, das Ammoniak aber verdunste wenigstens zum größeren Theile wiederum von der Oberfläche der Pflanze, die Kieselsäure dagegen scheide sich in den äußeren Zellschichten des Halmes und der Blätter in einem festen und oft krystallinischen Zustande aus."

„Ich bin der Ansicht, daß das Ammoniak bei der Cultur der Weizenpflanze nicht durch eine andere Verbindung der Kieselsäure mit Alkalien ersetzt werden könne — und die Nothwendigkeit der Aufnahme des kieselsauren Ammoniaks bedingt aber zum großen Theil die Thatsache, daß die Weizenpflanze von der Blüthe an bis zur Reife den Boden verhältnißmäßig stärker aussaugt, als wenn die Pflanze vor der Blüthe vom Boden entfernt wird." S. 117.

„Ich zweifle nicht (fährt Hr. Dr. Wolff fort), daß Hr. v. Liebig Worte finden wird, das im Obigen Gesagte theils als Unsinn, theils als selbstverständlich zu bezeichnen; Hr. v. Liebig ist eben nicht wählerisch in seinen Ausdrücken.“

Ich finde es seltsam, daß Hr. Dr. E. Wolff mich für fähig hält, irgend einer Person in der Welt ohne allen Grund und Zweck, aus bloßem Vergnügen, Wehe zu thun. Für mich und meine Verhältnisse ist es vollkommen gleichgültig, ob die Landwirthschaft meine Ansichten und die Grundsätze, die ich lehre, annimmt oder nicht, ich habe weder Nutzen noch Schaden davon; ich weiß sehr wohl, daß man von Liebig'schen Lehren und Liebig'schen Grundsätzen nur so lange spricht, als sie angefochten und bezweifelt werden, und daß, wenn sie einmal allgemein angenommen sind, Jedermann behauptet, sie seien längst dagewesen, entlehnt von Diesem oder Jenem*) und seit Jahrhunderten in Uebung. Aber alles dieß macht mich auf meinem Wege nicht irre, ich liebe

*) Einen interessanten Beleg hierzu habe ich in Schleiden's Handbuch der Botanik S. 169 gefunden; er sagt darin: „daß Ammoniaksalze die Quelle des Stickstoffes in den Pflanzen sind, wurde zuerst mit Scharfsinn von Th. de Saussure entwickelt, später von Liebig weiter ausgeführt.“ Schleiden citirt hierbei das Werk de Saussure's, Recherches sur la Végétation, deutsche Uebersetzung von Voit S. 190. Ich habe aus diesem Werke eine Stelle derselben Seite in der Note meines eigenen Buches abgedruckt, worin das Wort ammoniakalisch vorkommt, und ich bin nicht im Zweifel, daß außer meiner Note Herr Schleiden von de Saussure's Werk nicht das Geringste kennt, weil die Stelle Alles enthält, was de Saussure über Ammoniak darin gesagt hat. Ich wollte mit meiner Note eigentlich nur andeuten, daß de Saussure das Ammoniak als Bestandtheil der Luft, aber nicht als Stickstoffquelle gekannt hat. Er meinte, man könne sich mehrere Quellen denken, und daß das Ammoniak keine davon sei, darüber hat er sich ganz bestimmt und entschieden (s. Bibliothèque universelle, T. XXXVI, p. 430 und

die Landwirthschaft, und wenn ich nach manchen Beweisen der Abneigung, die sie mir gegeben hat, fortfahre, mich um ihr Zutrauen zu bewerben, so wird man mir diese Schwäche verzeihen, um meiner aufrichtigen Neigung willen; ich sehe sie im Geiste vor mir als ein Ideal und möchte sie entkleiden von all dem falschen Flitter und den schlechten Gewohnheiten, die ihre Schönheit und Reinheit verschleiern und trüben; ich habe zuletzt ein warmes Gefühl für die steigende Noth, welch unausbleiblich unser schönes Land entvölkern muß, wenn, mit der Zunahme der Population, der edle Stand, auf dessen Intelligenz die Kraft und die Wohlfahrt der Staaten beruht, die Mittel verkennt, welche die Wissenschaft ihm bietet, um Schritt mit den Anforderungen der Zeit zu halten.

Ich werde das von Herrn Dr. E. Wolff Gesagte nicht als Unsinn oder als selbstverständlich bezeichnen; sondern, indem ich die Thatsachen, worauf er seine Schlüsse stützt, nach den Regeln der Wissenschaft prüfe und ihre Nichtübereinstimmung mit bekannten und unzweifelhaften Wahrheiten zeige, einfach beweisen, daß seinen Schlüssen eine jede thatsächliche Begründung mangelt, daß sie auf einer Reihe von Irrthümern und Selbsttäuschungen beruhen und theoretisch und praktisch keinen Werth besitzen.

Annal. der Chemie und Pharm., Bd. 42, S. 273) ausgesprochen. In dieser Abhandlung tritt er als Gegner meiner Ansicht auf und leugnet, daß das Ammoniak als Nahrungsstoff von den Pflanzen assimilirt werde, er erklärt, daß es in der Vegetation nützlich wirke, weil es als Auflösungsmittel des Humus und der im Boden und der Luft enthaltenen organischen Materien diene. Die Behauptung, daß de Saussure die Ansicht über das Ammoniak als Stickstoffquelle mit Scharfsinn entwickelt habe, und daß sie später von Liebig weiter ausgeführt worden sei, ist eine jener Entdeckungen, welche die deutsche Literatur der ausländischen gegenüber so verächtlich machen.

Beachten wir zuerst die Thatsache, daß der Boden durch die Weizenpflanze, von der Blüthe an bis zur Reife, mehr Ammoniak empfange als sie selbst bedarf, eine Thatsache, welche durch keine Theorie umgestoßen werden kann, so ergiebt sich durch eine sorgfältige Prüfung von allen auf diese Thatsache sich beziehenden Arbeiten, daß weder Boussingault, noch irgend ein Chemiker, Pflanzenphysiolog oder Landwirth durch die Untersuchung des Bodens auf seinen Gehalt an Ammoniakverbindungen vor und nach der Fruchtbildung bewiesen hat, daß der Boden wirklich während der Zeit der Reife einen Verlust an Ammoniak erleide und daß darauf, auf diesem Verlust an Ammoniak, die verminderte Fähigkeit des Feldes beruhe, eine nachfolgende reichliche Ernte zu liefern. In den Schriften erfahrener Landwirthe finde ich als eine ziemlich allgemeine Regel, daß sie einen an Ammoniak reichen (frischgedüngten) Boden nicht für besonders geeignet für die Cultur des Weizens halten, sondern daß sie demselben mit Vortheil eine Vorfrucht (wie Kartoffeln 2c.) vorangehen lassen. Ganz bestimmte und zuverlässige Thatsachen liefern aber in dieser Beziehung die Versuche von Herrn Lawes; er hat dargethan, daß ein Boden, welcher in vorausgehenden Culturen kein Ammoniak oder Ammoniaksalze empfangen hatte, sieben Jahre hinter einander eine mittlere Ernte von 1125 Pfd. Korn und 1756 Pfd. Stroh liefern kann, ohne Ammoniak oder Ammoniaksalze empfangen zu haben; der Ertrag war im sechsten und siebenten Jahr noch größer als im ersten.

Es geht hieraus mit einleuchtender Gewißheit hervor, daß ein Boden, wenn die anderen der Weizenpflanze nothwendigen Nahrungsstoffe in genügender Menge und in geeigneter Form darin vorhanden sind, nahebei eine mittlere

Ernte an Weizenkorn und Stroh liefern kann, ohne alle Zufuhr oder einen Ueberschuß an Ammoniak, und daß, welches auch die Menge Ammoniak gewesen sein mag, die der Boden im natürlichen Zustand enthielt und an die Pflanze abgegeben oder verloren hat, diese Abgabe oder der Verlust auf die Ernte des nächstfolgenden Jahres ohne allen Einfluß geblieben ist.

Es ist deßhalb wohl gestattet, zu behaupten, daß die Behauptung des Hrn. Dr. E. Wolff, es sei eine wohlbegründete Thatsache, die durch keine Theorie umgestoßen werden könne, daß die Weizenpflanze zu ihrer vollkommnen Entwickelung mehr Ammoniak bedürfe, als im natürlichen Zustand im Boden vorhanden sei, daß der Boden durch die Cultur der Weizenpflanze einen Verlust an Ammoniak erleide, wodurch er unfähiger werde, eine nachfolgende gleich große Ernte zu liefern, einer jeden thatsächlichen Begründung ermangelt, indem die von Hrn. Lawes ermittelten Thatsachen das gerade Gegentheil beweisen; daß ferner die sogenannte Thatsache, daß die Weizenpflanze von der Blüthe bis zur Reife den Boden vorzugsweise an Ammoniak aussauge, eine bloße Einbildung oder Annahme ist. Die irrige Behauptung des Herrn Dr. E. Wolff beruht ihrem Ursprung nach auf der ebenso irrigen Interpretation, welche Hr. Lawes der Thatsache der Erhöhung des Ertrags seines Weizenfeldes durch Düngung mit Ammoniaksalzen gegeben hat.

Während Hr. Lawes nämlich von einem Acre seines Feldes ohne alle Düngung nach einem siebenjährigen Durchschnitt 17 Bushel Korn und 17½ Ctnr. Stroh erntete, lieferte ihm ein gleich großes Stück des nämlichen Feldes, dem er im ersten Jahre 5 Ctnr. aufgeschlossene Knochen und 2 Ctnr. kieselsaures Kali, und in den darauf folgenden sechs Jahren

durchschnittlich 326 Pfd. Ammoniaksalze gegeben hatte, 25 Bushel oder einen Mehrertrag von 8 Bushel Korn und eine entsprechende Menge Stroh. Da nun dieses Stück, als ein Theil des nämlichen Versuchsfeldes, ohne alle Düngung unzweifelhaft 17 Bushel Korn geliefert haben würde, so schrieb er, ohne alle Rücksicht darauf, was er demselben im ersten Jahre gegeben hatte, den Mehrertrag der Wirkung der angewendeten Ammoniaksalze zu.

Da nun, um ein Bushel Korn mehr zu erzeugen, als das ungedüngte Stück geliefert haben würde, Hr. Lawes $41\frac{1}{2}$ Pfd. Ammoniaksalze zugeführt hat und ein Bushel Korn 1,2 Pfd. Stickstoff und $41\frac{1}{2}$ Pfd Ammoniaksalze 5,5 Pfd. Stickstoff enthält, so erntete er in Korn und Stroh fünfmal weniger Stickstoff, als er in den Ammoniaksalzen gegeben hatte. Dieß ist die Thatsache. Der falsche Schluß, den er daran knüpft, ist: daß die Cultur des Weizens von einem ganz enormen Verlust von Ammoniak begleitet sei, indem auf's niedrigste angeschlagen, dem Boden 5 Pfd. Ammoniak zugeführt werden müsse, um ein Bushel Korn Zuwachs pro Acre zu erzielen.

Um einen allgemeinen Schluß an die wahrgenommene Thatsache zu knüpfen, d. h. um sie zu einer Erfahrung zu machen, hätte Hr. Lawes, nach den Regeln der Naturforschung, die allgemeinen Umstände ermitteln müssen, welche die Erzeugung von einem Bushel Korn und die entsprechende Menge Stroh überhaupt, und die besonderen Umstände, welche den Zuwachs in dem besonderen Fall, auf seinen Feldern bedingten.

Naturgesetzlich muß angenommen werden, daß die Weizenkörner, auf demselben Boden gewachsen, von derselben Art und Ernte, in ihrer chemischen und mechanischen Beschaffenheit

von einander nicht verschieden sind; und wenn mittelst Ammoniakdüngung ein Weizenkorn mehr auf diesem Boden wächst, als er ohne Düngung trägt, und auch dieses Weizenkorn in seinem Stickstoffgehalte und seiner Zusammensetzung von den anderen nicht abweicht (Lawes sagt Vol. VIII, p. 121: Meine eigenen Experimente geben nicht die entferntesten Anzeigen, daß der durch Ammoniakdüngung erzielte Weizen mehr Stickstoff enthalte), so muß daraus geschlossen werden, daß zur Hervorbringung der Weizenkörner auf dem ungedüngten Felde die nämlichen Ursachen zusammengewirkt haben, wie auf dem gedüngten.

Wenn es nun wahr ist, daß zur Erzielung von 1 Bushel Korn Mehrertrag 5 Pfd. Ammoniak im Boden nöthig waren, von denen 4 Pfd. verloren gingen: so muß es auch wahr sein, daß für jeden Bushel Korn Ertrag auf dem eingedüngten Stück 5 Pfd. Ammoniak gewirkt haben, von denen 4 Pfd. sich verflüchtigten.

Oder mit anderen Worten: Wenn zur Zufuhr der nöthigen Kieselsäure für alle Weizenhalme oder Weizenpflanzen zusammengenommen, welche 1 Bushel Körner lieferten, 5 Pfd. Ammoniak erforderlich sind, von denen 4 Pfd. lediglich für die Löslichmachung der Kieselsäure dienen, so muß dieß, wenn es wahr ist für das gedüngte Feld, auch wahr sein für das ungedüngte.

Da nun das ungedüngte Stück in sieben Jahren 123¾ Bushel Korn geliefert hat, so folgt hieraus, daß der Boden 618,75 Pfd. reines oder 3850 Pfd. kohlensaures (Sesquicarbonat) Ammoniak enthalten, oder aus der Luft oder dem Regen empfangen haben müsse, und daß diese 3850 Pfd. kohlensaures Ammoniak in diesen sieben Jahren durch die Cultur des Weizens für alle künftigen Ernten unwirksam gemacht worden seien.

Dieser Schluß läßt sich durch keine Thatsache begründen. Was wir mit Bestimmtheit wissen, ist, daß auf dem ungedüngten Stück jährlich im Korn 21$^3/_4$ Pfd. Stickstoff geerntet wurden, in sieben Jahren 149 Pfd.; wieviel Ammoniak aber im Boden enthalten und zur Erzeugung dieser 17$^3/_4$ Bushel Korn verbraucht worden ist, dieß ist völlig unbekannt.

Da nun Hr. Lawes nicht wußte, wieviel Ammoniak die Weizenpflanze überhaupt bedurfte, um auf seinem ungedüngten Stück einen Ertrag von 1 Bushel Korn zu geben, wie konnte er wissen, daß er für jeden Bushel Mehrertrag gerade 5 Pfund, nicht mehr und nicht weniger zuführen müsse?

Obwohl ich die Richtung der landwirthschaftlichen Versuche nicht immer billige, so muß ich dennoch gestehen, daß man in Deutschland weit rationeller verfährt wie in England und in anderen Ländern. Ich finde in dem „Chemischen Ackersmann" von A. Stöckhardt, Nr. 2, S. 115, eine ganze Reihe von Versuchen, welche theils in Tharand, theils in Beerbaum von Herrn Fleck angestellt worden sind in der Absicht, das Minimum von Guano zu ermitteln, welches einen Maximalertrag von Kartoffeln producirte, und es zeigte sich darin, wie vorauszusehen war, daß ein solches Minimum wirklich existirt und daß kleinere Mengen Guano eine weit höhere Wirkung scheinbar hervorbrachten, als die größeren gaben, ich sage scheinbar, weil der Ueberschuß überhaupt nicht mehr auf den Knollenertrag wirkte.

Wenn es Hrn. Lawes zufällig eingefallen wäre, sein Feld mit 4, 5, 6 Centnern Ammoniak zu düngen, anstatt mit 3$^1/_4$ Centnern, und der Ertrag, wie mit Bestimmtheit angenommen werden kann, nicht zugenommen hätte: so würde er mit gleichem Recht, nach derselben Schlußweise, auf einen

Verlust von 6—8 oder 10 Pfd. Ammoniak für jeden Bushel Mehrertrag geschlossen haben.

Und wenn es Hrn. Lawes ebenso zufällig eingefallen wäre, seinem Felde anstatt $3^1/_4$ Ctnr. nur 2 oder 1 Ctnr. oder nur 75 Pfd. Ammoniaksalze zu geben, und er hätte nach vorausgegangener Düngung mit aufgeschlossenen Knochen und kieselsaurem Kali, deren Wirkung er gar nicht in Rechnung brachte, denselben Mehrertrag von 8 Bushel Korn geerntet: so würde sein Schluß, daß der Boden einen Ammoniakverlust erleide, wahrscheinlich sich ganz außerordentlich abgeändert haben. Sein Verlust ist ja von ihm gemacht und nicht gefunden worden. Die Zahl 5 für die Ammoniakmenge und die Zahl 1 Bushel für den Mehrbetrag, sind nicht Ausdrücke für ein naturgesetzliches Verhältniß zwischen Dünger und Ernte, die erstere drückt nicht aus die durch eine Reihe von Beobachtungen ermittelte Grenze des Gewichts an Ammoniak, nothwendig für ein Maximum von Mehrertrag = 1, sondern sie ist rein aus der Luft gegriffen. Es ist Hrn. Lawes gar nicht eingefallen, das Minimum von Ammoniaksalzen zu ermitteln, welches wirksam war, um für seine Felder den Maximalertrag zu bedingen.

Der einzige mögliche Schluß, der sich aus den Versuchen von Lawes ziehen läßt, ist: daß der Mehrertrag eines Feldes von gegebener Bodenbeschaffenheit nicht im Verhältniß stehe zu dem im Dünger zugeführten Ueberschuß an Ammoniak, daß ein fünffacher Ueberschuß nicht einen fünffachen Mehrertrag, sondern weit weniger bedinge. Dieser Schluß ist die Thatsache selbst und reicht nicht über sie hinaus*).

*) Nach den sehr schätzbaren Versuchen, welche in Tharand angestellt und in dem „Chemischen Ackersmann“ von A. Stöckhardt, Nr. 2, S. 115, besprochen sind, producirte 1 Pfd. Guano bei einer Düngung von 110

Was die Behauptung des Herrn Dr. E. Wolff betrifft, daß das Gewicht der Weizenpflanze von der Blüthe bis zur Reife um die Hälfte (nach seiner Annahme also um das Gewicht der Körner) zunehme, und daß die blühende Pflanze wenigstens $1\frac{1}{2}$ Proc. der trockenen Substanz Stickstoff enthalte: so will ich dieß auf seine Autorität hin annehmen. Was das von ihm angegebene Verhältniß von Stroh zum Korn betrifft (2 : 1), so steht diese Angabe mit den Wahrnehmungen der englischen Landwirthe im Widerspruch.

Herr Lawes erntete in sieben Jahren auf 11988 Pfd. Körner 19697 Pfd. Stroh; dieß giebt das Verhältniß von Korn zum Stroh = 1 : 1,6. Nach 44 directen Bestimmungen von Way und Ogston verhält sich Korn zum Stroh = 1 : 1,2. Ohne einen großen Fehler zu begehen, läßt sich demnach im Mittel annehmen, daß das Gewicht des Strohes zum Korn sich verhält wie 10 : 14, und nicht wie Hr. Dr. Wolff will, wie 10 : 20.

Nimmt man nun im Korn 2 Proc. und im Stroh 0,5 Proc. Stickstoff an, so enthalten 240 Pfd. Korn in Stroh

| | | |
|---|---|---|
| in 100 Korn | 2 | Pfd. Stickstoff |
| in 140 Stroh | 0,70 | Pfd. Stickstoff |
| Zusammen | 2,70 | Pfd. Stickstoff. |

Das Gewicht der blühenden Pflanze zu 160 Pfd. ($\frac{2}{3}$) und der Stickstoffgehalt zu $1\frac{1}{2}$ Proc. angenommen, giebt die Rechnung für 160 Pfd. blühende Weizenpflanze à $1\frac{1}{2}$ Proc. Stickstoff — 2,40 Pfd. Stickstoff. Der Unterschied beträgt mithin $\frac{1}{8}$ und es findet hiernach eine merkliche Zu-

---

Pfd. per Morgen einen Mehrertrag von $25\frac{1}{2}$ Pfd. Kartoffeln, bei einer Düngung von 220 Pfd. Guano nur $12\frac{1}{3}$ Pfd., bei einer Düngung von 330 Pfd. Guano nur $2\frac{1}{2}$ Pfd. und bei 440 Pfd. Guano nur $1\frac{3}{4}$ Pfd. Kartoffeln.

nahme von Stickstoff von der Zeit der Blüthe an bis zur Reife statt, welche, auf die ganze Vegetationszeit berechnet, für den Monat sich ziemlich gleichförmig herausstellen mag. Ich werde mich im Laufe dieses Sommers mit der Bestimmung des Stickstoffgehalts der blühenden Pflanze beschäftigen, und ich halte es nicht für unmöglich, daß sich ein noch auffallenderes, jedenfalls ein sicheres Verhältniß ergeben wird.

Man kann jedenfalls nicht, wie Hr. Dr. Wolff S. 115 meint, „im Allgemeinen als richtig annehmen, daß die absolute Menge des in der reifen Pflanze gebundenen Stickstoffs keine größere, ja kaum eine so große ist, als die chemische Analyse zur Zeit der Blüthe nachweist."

Es ist ganz unwahrscheinlich anzunehmen, daß sich die Weizenpflanze anders verhalte wie die Haferpflanze, daß sie zur Zeit der Samenbildung aufhören solle Stickstoff zu assimiliren, wenn ihr derselbe dargeboten wird. Der Stickstoff im Ernteertrag der Haferpflanze stieg in Stöckhardt's Versuchen (Chemischer Ackersmann, Heft 2, S. 124) bei Düngung mit Knochenmehl von 12,38 Pfd., welche die Pflanze nach Beendigung der Blüthe enthielt, auf 23,92 Pfund, also nahe um das Zweifache. In directem Widerspruch mit der Annahme des Herrn Dr. Wolff steht die Angabe von Boussingault, welcher fand daß, die Weizenpflanze nach Beendigung der Blüthe bis zur Reife an Stickstoff stetig zunimmt. Während die Zunahme pr. Morgen in 101 Tagen 12,9 Pfd. Stickstoff betrug, stieg dieselbe nach Beendigung der Blüthe bis zur Reifezeit auf 22,9 Pfd. Stickstoff.

Ich lege auf diese letzteren Bemerkungen, welche mehr advokatorisch sind, kein Gewicht, sie sollten nur darthun, daß die Behauptung des Hrn. Wolff, es nehme die Weizenpflanze

von der Blüthe bis zur Samenbildung an Stickstoff nicht mehr zu, einer thatsächlichen Begründung ermangelt.

Nachdem ich glaube, in dem Voranstehenden die Unrichtigkeit und Unzuverlässigkeit der von Hrn. Dr. E. Wolff behaupteten Thatsachen bewiesen zu haben, die durch keine Theorie, wie er meint, umgestoßen werden könnten, gehe ich jetzt zu seiner Erklärung über.

Hrn. Dr. Wolff's Hauptbeweismittel ist:

a) daß eine Verbindung der Kieselsäure mit Ammoniak bestehe und im Boden sich bilde;

b) daß das Ammoniak die Kieselsäure löslicher im Wasser mache, als sie für sich ist;

c) daß das Ammoniak die Kieselsäure des Bodens der Pflanze zuführe und dann verdunste.

Zu b. bemerke ich, daß das Ammoniak die Kieselsäure nicht löslicher im Wasser macht, sondern ganz im Gegentheil die Lösung der Kieselsäure in reinem Wasser hindert; zu c., daß niemals, zu keiner Zeit und von Keinem wahrgenommen und erwiesen worden ist, daß die Weizenpflanze Ammoniak ausdünste.

Von der Wahrheit meiner beiden ersten Sätze kann sich Hr. Dr. Wolff und Jedermann mit Leichtigkeit überzeugen.

Wenn man eine concentrirte Lösung des im Handel vorkommenden Wasserglases (kieselsaures Kali oder Natron) mit einer Säure vermischt, so entsteht sogleich ein dicker gallertartiger Niederschlag von Kieselsäurehydrat; verdünnt man die Lösung des Wasserglases nach und nach mit Wasser, so gelangt man zu einem Punkte, wo die Neutralisation mit einer Säure keine Abscheidung von Kieselsäurehydrat mehr bewirkt, wo also die vorhandene Wassermenge hinreicht, um die durch

die Säure von dem Alkali abgeschiedene Kieselsäure aufgelöst zu erhalten.

Versetzt man nun die so vorbereitete und verdünnte Wasserglaslösung mit einer Auflösung von Salmiak oder schwefelsaurem Ammoniak, so sollte nach den Regeln der doppelten Wahlverwandtschaft kieselsaures Ammoniak gebildet werden, und wenn dieß ebenso löslich ist, wie die Kieselsäure, so dürfte keine Fällung entstehen, sondern die Flüssigkeit müßte ganz klar bleiben; sie bleibt aber unter diesen Umständen nicht klar, sondern sie trübt sich und gerinnt nach einer halben oder ganzen Stunde zu einer durchscheinenden Gallerte von Kieselsäurehydrat. Wird die verdünnte Wasserglaslösung mit einer Säure schwach übersättigt (wodurch sie nicht getrübt wird), und dann mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak vermischt, wodurch also freie Kohlensäure und nur Ammoniaksalz in Lösung kommen: so trübt sich die Flüssigkeit ebenfalls und sie gerinnt, wie im vorigen Versuch, zu einer schönen Gallerte.

Diese Versuche, welche als ganz belehrende Collegienversuche dienen können, beweisen also unwidersprechlich, daß die Erklärung des Hrn. Dr. E. Wolff von der Rolle, welche das Ammoniak in der Cultur der Weizenpflanze spielen soll, eine reine Erfindung ist, indem es ebenso wahr, als wie zwei mal zwei vier ist, daß das Ammoniak auf die Kieselsäure im Boden keine andere Wirkung haben kann, als die es in diesen Versuchen unter den günstigsten Verhältnissen äußert, es macht die Kieselsäure nicht löslicher als sie für sich im Wasser ist, sondern es vermindert ihre Löslichkeit.

Ich will übrigens mich verwahren, die Meinung zu verbreiten, als ob Hr. Dr. E. Wolff der Erfinder dieser Ansicht sei, obwohl er selbst uns hierüber im Dunkeln läßt; ich

glaube vielmehr, daß die embryonale Idee dem Hrn. Way angehört und daß sie Hr. Dr. E. Wolff nur entwickelt und verbreitet hat. Hr. Way hat nämlich in dem Band XIII. des Journal of the royal agric. Soc. of England p. 134 eine Abhandlung bekannt gemacht über die Eigenschaft der Ackererde, Ammoniak zu absorbiren, an deren Ende er sie ganz schwach andeutet, und Hr. Dr. E. Wolff hat sie ohne weitere Prüfung als wahr und zuverlässig angenommen.

Da die Untersuchung des Hrn. Way mit dem vorliegenden Gegenstande eng zusammenhängt, so will ich, ehe ich mich weiter mit Hrn. Dr. E. Wolff beschäftige, zu zeigen versuchen, daß man mit solchen agriculturchemischen Untersuchungen vielleicht die Bewunderung der Landwirthe, welche die Chemie nicht kennen, erwecken kann, daß sie aber, wissenschaftlich gemessen, wie Seifenblasen zusammenfallen.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß der Thon der Ackererde, sowie eisenoxydhaltige Erden die Fähigkeit besitzen, Ammoniak aus der Luft aufzusaugen und mit Kraft zurückzuhalten.

Hr. Way hat nun gefunden, daß diese Kraft weit größer ist, als man bisher glaubte, indem mittelst thonhaltiger Ackererde auch dem Wasser, wenn es Ammoniak enthält, das Ammoniak mehr oder weniger vollständig entzogen wird.

Dieß ist eine interessante Thatsache, welche erklärt, warum z. B. das Wasser aus den Drainröhren selten oder nie Spuren von Ammoniak enthält und daß von einem Ammoniakverlust durch den Regen, selbst in frisch mit ammoniakreichem Stallmist gedüngtem Boden, kaum die Rede sein kann.

Ammoniaksalze verhielten sich wie reines kaustisches Ammoniak, und wenn der Boden kalkhaltig war, so enthielt die Flüssigkeit, welche durch die Erde filtrirt wurde, eine gewisse Menge Kalk in Auflösung.

Die Erklärung, welche Hr. Way von dieser Erscheinung giebt, ist folgende: Die Ackererde enthalte eine eigenthümliche Verbindung von Kieselsäure mit Kalk und Thonerde, der dieses Vermögen vorzugsweise zukomme, und es beruhe dieses Vermögen vorzugsweise darauf, daß das Ammoniak den Kalk aus dieser Verbindung ausscheide und vertrete, während die Säure des Ammoniaksalzes sich mit dem Kalk verbinde; in ähnlicher Weise verhielten sich Kalisalze.

Er stellte eine Reihe von alkalischen Doppelsilikaten künstlich dar, darunter auch ein Doppelsilikat von Thonerde und Kalk, und zeigte, daß das Natronsilikat durch Kalkwasser und ein neutrales Kalksalz, das Kalisilikat durch ein neutrales Kalksalz, das Kalksilikat durch ein Ammoniaksalz zersetzt wird, daß unter diesen Umständen das Natron durch Kalk, der Kalk durch Ammoniak und Kali vertreten werde.

Die Wirkung des kaustischen Ammoniaks auf diese Verbindungen zu untersuchen, wurde zufällig vergessen, obwohl der Kern der Sache gerade darin liegt, zu erklären, woher es komme, daß kaustisches Ammoniak von Ackererde absorbirt, d. h. festgehalten werde.

Ich habe es für wichtig genug gehalten, die reine Thatsache der Absorption des Ammoniaks durch eine Reihe von Versuchen festzustellen und dieselbe, wie zu erwarten war, vollkommen richtig befunden.

Die hiezu dienende Erde war von dem Untergrund einer Wiese, welche an die Theresienwiese vor der Stadt München angrenzt; der Boden besteht in dieser Gegend aus Kalk, mit einer Beimischung von Sand und wenigen Procenten organischer Stoffe.

Von dieser Erde wurden 200 Cubikcentimeter, scharf getrocknet, in einen Stechheber gebracht, der als verschließbarer Trichter diente, und mit Wasser ausgelaugt, welches 0,5 Proc.

kaustisches Ammoniak enthielt. Auf die Ammoniakflüssigkeit war eine verdünnte Schwefelsäure titrirt, von welcher 31 Cubikcentimeter nöthig waren, um 10 Cubikcentimeter der Ammoniakflüssigkeit zu neutralisiren.

Die durch die Erde durchlaufende Flüssigkeit wurde von Zeit zu Zeit auf ihren Ammoniakgehalt geprüft; wenn sie weniger Ammoniak als die aufgegossene Normalflüssigkeit enthielt, so verbrauchte man zu ihrer Neutralisation für das gleiche Volum selbstverständlich weniger wie das angegebene Verhältniß von Schwefelsäure. Es wurde von der Normalflüssigkeit 11 Mal aufgegossen und in der durchgelaufenen Flüssigkeit ebenso oft der Ammoniakgehalt bestimmt. Im Ganzen filtrirten 1330 Cubikcentimeter durch.

Es ergab sich nun, daß die ersten durchfiltrirten 45 Cubikcentimeter von ihrem ganzen Ammoniakgehalt (in 400 Cubikcentimeter waren 100 Centigrammen) 90,4 Proc. verloren hatten, die von der Erde zurückgehalten, d. h. absorbirt waren; in den darauf folgenden 50 Cubikcentimetern war der Ammoniakgehalt gefallen von 100 auf 48,7 (Verlust 51,3 Proc.). In der elften Bestimmung betrug der Verlust noch 5,2 Proc.

Diese Versuche stellen, wie ich glaube, fest, daß auch der an Thon sehr arme Kalkboden Münchens*) die Fähigkeit besitzt, reinem Wasser, welches kaustisches Ammoniak enthält, eine verhältnißmäßig sehr große Menge Ammoniak zu entziehen. Die frische Erde entzog dem Wasser beinahe den ganzen Ammoniakgehalt und als sechs und einhalb Mal das Volum der Erde an Ammoniakflüssigkeit durchfiltrirt waren, zeigte sich noch eine Verminderung desselben.

---

*) Die Erde verlor 8,61 Proc. beim Glühen und enthielt 61,49 in verdünnter Salpetersäure in der Kälte lösliche Theile und 29,90 Proc. Sand und Thon.

Die durch die Erde filtrirte Flüssigkeit enthielt eine beträchtliche Menge Kalk; allein dieser Kalkgehalt stand mit dem Ammoniakgehalt in keiner Beziehung, denn reines destillirtes Wasser verhielt sich genau wie das ammoniakhaltige, und nahm Kalk in Menge auf, der, wie in kalkreichen Ackererden häufig ist, an Salpetersäure gebunden war.

Nach der Feststellung dieser Thatsache wollen wir nun untersuchen, wie Hr. Way sie erklärt; er sagt (S. 132), seine Resultate zusammenfassend: „Man wird vor Allem wahrnehmen, daß eine regelmäßige Zersetzungsreihe zwischen den Silikaten der genannten Basen und den Salzen mit anderen Basen besteht; so wird das Natronsilikat zersetzt durch ein Kalk-, Kali- oder Ammoniaksalz, das Kalisilikat durch ein Kalk- oder Ammoniaksalz, das Kalksilikat durch eine Ammoniakverbindung. Die verschiedenen Basen bilden folgende Reihe, in welcher eine Base die andere aus einem Silikate ausscheidet und ersetzt:

Natron,
Kali,
Kalk,
Magnesia,
Ammoniak.

Dieß will sagen, daß aus einem Doppelsilikate dieser Basen mit Thonerde, eine jede derselben ausgeschieden wird durch ein Salz der Basen, die unter derselben stehen. Salpetersaures Kali treibt z. B. Natron aus dem Natronsilikat aus. Das Umgekehrte kann natürlich nicht statthaben."

Dieß ist so klar wie möglich, ein Kalisalz treibt Natron, und ein Kalksalz treibt Kali aus einem Kalisilikate und Kalk tritt an die Stelle des Kalis.

Unbegreiflicher Weise beschreibt aber Hr. Way die Dar-

stellung seines Doppelsilikates von Thonerde mit Kalk wie folgt (S. 131):

„Wenn das eben beschriebene Kalk- und Thonerdesilikat mit schwefel- oder salpetersaurem Kali digerirt wird, so löst sich der Kalk auf und Kali tritt an seinen Platz.“

Nach seiner Zersetzungsreihe scheidet ein Kalksatz aus einem Kalisilikat das Kali, und Kalk tritt an seine Stelle, das Umgekehrte kann nicht statthaben; aber das Umgekehrte hat wirklich stattgehabt, denn er stellt ein Kalksilikat dar, indem er den Kalk durch Kali austreibt und ersetzt.

„Wenn man,“ sagt Hr. Way (S. 124), ein „Ammoniak, Kali, Magnesiasalz durch eine Ackererde filtrirt, welche ein Kalksilikat enthält, so enthält die filtrirte Flüssigkeit Kalk und die genannten Basen bleiben in der Erde. Auch hier treibt das Kali den Kalk aus seiner Doppelverbindung aus.“

Ferner (S. 131): „Es ist nothwendig, in Beziehung auf diese Zersetzungen zu bemerken, daß die gegebene Regel lediglich auf die Wirkung der Salze dieser verschiedenen Basen anzuwenden ist. Also schwefelsaurer Kalk kann nicht die Ausscheidung von Ammoniak aus dessen Silikate bewirken, aber auf der anderen Seite wird die Wirkung der kaustischen Alkalien eine ganz andere sein. Kieselsaures Ammoniak und kieselsaures Kali würden durch Kalk zersetzt und Ammoniak und Kali ausgeschieden werden.“

Daß das kieselsaure Ammoniak als feste chemische Verbindung gar nicht existirt, hat schon Berzelius dargethan; auch nach Hrn. Way haben Kieselsäure und Ammoniak eine so schwache Verwandtschaft zu einander, daß sie so gut wie Null ist; denn beim Trocknen bleibt bei der Kieselsäure kein Ammoniak zurück, kein Wunder, daß das kieselsaure Ammoniak durch Basen, welche eine starke Verwandtschaft zur Kieselsäure be-

sitzen, wie durch Kali, Natron, Kalk zersetzt werden muß, aber Kalksalze zersetzen es nicht. Die Schwefelsäure besitzt nun zum Ammoniak viel mehr Anziehung als die Kieselsäure zum Ammoniak, der Kalk für sich besitzt zur Kieselsäure viel mehr Anziehung als das Ammoniak, aber nach Hrn. Way wird kieselsaures Ammoniak durch schwefelsauren Kalk nicht zersetzt. Dieß ist sicherlich höchst merkwürdig; und wenn das wahr ist, so muß natürlich das Umgekehrte statthaben, kieselsaurer Kalk muß durch schwefelsaures Ammoniak oder Salmiak zersetzt werden. Sonderbarer Weise findet aber Hr. Way S. 128, daß auf nassem Wege dargestellter kieselsaurer Kalk durch Salmiak nicht zersetzt wird.

Ich weiß wohl, daß Hr. Way mir einwenden wird, daß die Silikate von Kali und Natron, wenn Thonerde oder ein Thonerdesilikat dazu kommt, sich ganz anders verhalten, als für sich allein, und wenn ich auf seine Autorität dieß annehme, so versetzt er mich in die größte Verwirrung, indem er S. 130 sagt: „Das Doppelsilikat von Thonerde und Natron ist wenig löslich in Wasser; in 1 Gallone fand ich 3,36 Proc. Natron. In der Wirklichkeit kann man von diesem, sowie von den anderen Doppelsilikaten, welche ich beschreiben will, kaum von der Löslichkeit der Verbindung sprechen, indem sich diese Salze nicht als Ganzes lösen, sondern zersetzt werden, es löst sich kieselsaures Alkali auf, während kieselsaure Thonerde zurückbleibt.“

Wenn ich also kieselsaures Thonerdekali in Wasser bringe, so löst sich kieselsaures Kali auf, welches mit einem Kalksalz sich nach Hrn. Way umsetzt in unlöslichen kieselsauren Kalk und in ein Kalisalz, und wenn dasselbe Kalithonerdesilikat mit Wasser übergossen wird, worin sich ein Kalksalz befindet, so soll kein kieselsaurer Kalk entstehen, d. h. das in Lösung befindliche

kieselsaure Kali soll sich mit dem Kalksalz nicht umsetzen!! Man sieht, diese Experimente sind zum Fechten auf Hieb und Stich eingerichtet.

Ich komme aber zum letzten und Hauptpunkte seiner Erklärung.

Herr Way giebt als eine ganz sichere und unzweifelhafte Thatsache an, daß das kieselsaure Ammoniak durch kaustischen Kalk zersetzt werde. Ein Austreiben des Kalks durch Ammoniak ist hiernach unmöglich!

Wie erklärt er denn jetzt die ebenso zuverlässige Thatsache, daß Ackererde, durch welche man kaustisches Ammoniak filtrirt, von diesem Ammoniak so beträchtliche Quantitäten aufnimmt und festhält (1000 Erde in seinen Versuchen 3,083 bis 3,921 Ammoniak)!

Hier müßte ja, wäre seine Erklärung richtig, nothwendig Kalk, Kali oder Natron im ätzenden Zustand ausgetrieben werden, die nicht ausscheidbar sind durch Ammoniak!?

Es kann hierbei von allen den Zersetzungen, die er so weitläufig beschreibt, gar keine Rede sein, und keiner von allen seinen Versuchen ist auch nur im entferntesten geeignet, über diese Absorption des Ammoniaks durch die Ackererde den geringsten Aufschluß zu geben.

Hr. Way hat sich mit allen denkbaren Nebenbedingungen in seiner Untersuchung beschäftigt, aber die Hauptsache ließ er bei Seite liegen.

Das Thonerdehydrat besitzt die Eigenschaft, sich mit Ammoniak zu verbinden, und es ist durch H. Rose erwiesen worden, daß dieses Hydrat auch mit kohlensaurem Ammoniak eine Verbindung in festen Verhältnissen eingeht ($Al_2O_3$ $3\,HO + NH_4O\;2\,CO_2, HO$). Ein jeder Thonboden enthält Thonerdehydrat.

Daß Ammoniaksalze auf Kalksalze, die für sich nicht im Wasser, aber in gewissen Säuren löslich sind, gerade so wirken, wie die Säuren selbst, wiewohl in geringerem Grade, dieß ist eine so bekannte Thatsache, daß man sich höchstens darüber wundern kann, wenn ein Ammoniaksalz, durch eine kalkhaltige Ackererde filtrirt, keinen Kalk auflöst.

Der Ansicht des Herrn Way, daß das von ihm künstlich dargestellte Kalk-Thonerde-Silikat einen Bestandtheil aller Ackererden ausmache, und daß die durch Zersetzung mittelst Ammoniaksalze entstehende Ammoniakverbindung den Pflanzen, vermittelt durch Wasser, den Stickstoff ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile liefere, muß gerechte Zweifel erwecken; denn nach seinen eigenen Versuchen giebt diese Verbindung nur $^1/_{70000}$ ihres Gewichtes Ammoniak an das Wasser ab und ist anderthalbmal schwerlöslicher wie der schwefelsaure Baryt!! Der Gehalt an Ammoniak, den Hr. Way in dem Wasser fand, womit er seine Ammoniakverbindung behandelte, ist nahe dem Ammoniakgehalt des destillirten Wassers gleich, welches er ganz sicherlich davon nicht vorher gereinigt hat; denn er würde nicht versäumt haben, diese Vorsicht anzuführen.

So zerfällt denn das ganze Gebäude der Theorien der beiden Agriculturchemiker, der Herren Way und Dr. E. Wolff, sobald man seine Festigkeit prüft, in Staub und Schutt, es ist alles Selbsttäuschung, nicht die Wirklichkeit, sondern nur Theaterdecorationen. Da muß man freilich den erfahrenen Landwirthen Recht geben, wenn sie eine solche Wissenschaft geringschätzen, und in einer gesunden Empirie das Heil der Landwirthschaft suchen; denn anstatt der Wahrheit, empfangen sie den Schein, anstatt nahrhaftem Brot, ein Stück Stein. Es ist aber zu allen Zeiten so gewesen, immer hat die alte Lüge an der Thür gestanden, wenn das noch junge Kind der

Wahrheit Einlaß begehrte. Aber mit dem Wachsen des Kindes schrumpft der Irrthum zusammen und verliert die Macht. Ein paar Jahre Verzögerung ist Alles, was er bewirken kann.

Ich hoffe, Hrn. Dr. E. Wolff durch die Beleuchtung seiner ihm eigenthümlichen Ansichten in dem Voranstehenden klar gemacht zu haben, was ich darunter verstehe, wenn ich verlange, daß, um eine feste, dauerhafte, wissenschaftliche Grundlage für die Landwirthschaft zu gewinnen, die landwirthschaftlichen Thatsachen und Erfahrungen vorerst auf ihre Wahrheit, mittelst des Maßstabes, den die Wissenschaft bietet, geprüft werden müssen. Erst wenn dieß geschehen ist, kann von Erklärungen die Rede sein.

Ueber

# Theorie und Praxis

in der

# Landwirthschaft.

Wäre man in den verflossenen Jahrhunderten den wahren Weg zur Begründung der Wissenschaft gegangen und doch nicht weiter gekommen, so wäre es eine tollkühne Hoffnung, fernere Fortschritte für möglich zu halten; da man aber im Wege selbst geirrt hat und die größte Summe aller Kräfte nutzlos verschwendet worden ist, so ergiebt sich hieraus, daß die Hindernisse nicht in den Umständen, welche außerhalb unserer Gewalt sind, liegen, sondern in der verkehrten Anwendung des Verstandes, gegen welche Hülfe und Heilmittel möglich sind. Vor allem thut es Noth, die Irrthümer aufzudecken, denn mit der Anzahl Irrthümer, die man in der Vergangenheit entdeckt, erwirbt man ebenso-viel Hoffnungsgründe für die Zukunft.

Fr. Bacon von Verulam,
Novum Organum, P. I, Lib. I, Cap. XCIV.

# Ueber

# Theorie und Praxis

in der

# Landwirthschaft.

Von

Justus von Liebig.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1 8 5 6.

Seinem Freunde

# Friedrich Kuhlmann in Lille

als ein Zeichen

seiner aufrichtigen Hochachtung und Anhänglichkeit

widmet dieses kleine Werk

Justus von Liebig.

München, den 1. August 1856.

# Vorwort.

Diese kleine Schrift soll einen Beitrag abgeben zur Lösung der Fragen über die besten Mittel und Wege, um einer gegebenen Fläche Land dauernd den höchsten Ertrag an Korn und Fleisch abzugewinnen.

In der praktischen Landwirthschaft hat man in den verflossenen zehn Jahren Erfahrungen genug gesammelt, um über diese Fragen ein richtiges Urtheil zu gewinnen.

Zwei Ansichten stehen in der Landwirthschaft in dieser Beziehung einander gegenüber, deren Bedeutung Niemand verkennen wird, welcher erwägt, daß damit das Einkommen und Vermögen des wichtigsten Theils der Bevölkerung auf das engste zusammenhängt.

Zunächst ist diese Schrift durch die Erwiederungen der Herren Lawes und Gilbert in Rothamsted und des Herrn Dr. E. Wolff in Hohenheim, auf die in meinen »Grundsätzen der Agriculturchemie« (Braunschweig, bei Fr. Vieweg und Sohn. 1855) gegebenen Erläuterungen meiner Lehre und Beleuchtung der in England angestellten Versuche veranlaßt worden.

Der Erstere versuchte in dem sechszehnten Bande des Journals der königlichen landwirthschaftlichen Gesellschaft in

England (London 1856) zu zeigen, daß seine Ansicht von meiner Theorie, so wie er sie aufgefaßt, ursprünglich die meinige gewesen sei, und daß die in meinen »Grundsätzen« gegebenen Erklärungen als ein verunglückter Versuch anzusehen seien, die von ihm gewonnenen Resultate in Uebereinstimmung mit meiner Lehre zu bringen und diese dadurch zu retten.

Dr. E. Wolff sucht in seiner Schrift »die Erschöpfung des Bodens durch die Cultur« (bei Otto Wigand, Leipzig 1856) zu beweisen, daß meiner Theorie, der Hauptcharakter einer richtigen Lehre, nämlich ihre Anwendbarkeit und Nutzen in der Praxis abgehe, und daß die von mir auseinandergesetzten Grundsätze als Führer in dem Feldbau nicht dienen könnten.

Im Interesse der Sache hielt ich mich für verpflichtet, diesen Behauptungen auf den Grund zu gehen, und ich hege die zuversichtliche Hoffnung, durch diese kleine Schrift die Ueberzeugung der einsichtsvollen Landwirthe zu befestigen, daß ein wahrer Fortschritt in der praktischen Landwirthschaft nur dann möglich ist, wenn sie die gewonnenen wissenschaftlichen Grundsätze fest und unverrückt im Auge behalten.

München, den 1. August 1856.

Justus von Liebig.

In den Jahren 1840 und 1842 habe ich die Meinung gehegt, daß die natürlichen Quellen, welche den Pflanzen den ihnen nöthigen Stickstoff liefern, für die Zwecke der Agricultur nicht genügend seien. Eine Reihe von Beobachtungen sowie fortgesetztes Nachdenken zeigten mir aber, daß diese Ansicht nicht richtig sein könne. Da meine »Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie« von allen den Erfahrungen und Thatsachen, auf welche meine Schlüsse gebaut sind, nur einen sehr kleinen Theil enthält, so will ich in dem Folgenden in einige dieser Details näher eingehen, und ich hoffe, daß ein Jeder die Ueberzeugung gewinnen wird, daß die Gründe, die mich veranlaßten, im Jahre 1843 (in welchem die dritte Auflage meines Buches erschien) meine früheren Ansichten aufzugeben, einfach und unwidersprechlich sind.

Von einer gleichen Fläche Land erntet man in verschiedenen Culturgewächsen, nach den hierüber gemachten Analysen, eine sehr ungleiche Menge Stickstoff. Nimmt man an, daß die Stickstoffmenge, welche auf einem Felde in der Form von Korn und Stroh im Roggen geerntet wird, 100 Gewichtstheile betrage, so erntet man auf derselben Oberfläche:

### Stickstoff

in der ganzen Pflanze

| | | |
|---|---|---|
| im Hafer . . . . | 114 | Stickstoff, |
| in Gerste . . . . | 116 | » |
| im Weizen . . . . | 118 | » |
| im Wiesenheu . . | 121 | » |
| im Raps . . . . | 212 | » |
| in Erbsen . . . . | 243 | » |
| in Bohnen . . . | 270 | » |
| im Klee . . . . | 390 | » |
| in Turnips . . . | 470 | » |

Diese Zahlen beweisen unwidersprechlich, daß die Erbsen, Bohnen und Futtergewächse mehr Stickstoff in den geernteten Producten liefern als die Getreidearten.

Das Wiesenheu liefert ebensoviel, die Erbsen, Bohnen, der Klee und die Turnips liefern doppelt soviel Stickstoff als der Weizen.

Die beiden letzteren liefern diesen höheren Ertrag, ohne stickstoffhaltigen Dünger zu empfangen; durch Asche und Gyps kann dieser Ertrag bei dem Klee, durch schwefelsaure Knochenerde, bei den Turnips noch gesteigert werden.

Die Getreidefelder empfangen in der praktischen Cultur vorzugsweise stickstoffhaltigen Dünger. Es ist klar, daß die Nothwendigkeit der Zufuhr von Stickstoff für die Getreidearten (z. B. den Weizen) nicht daraus erklärt werden kann, weil die natürlichen Quellen diesen Pflanzen nicht genug Stickstoff für eine volle Ernte darbieten; denn die Cultur der Futtergewächse beweist, daß diese Quellen doppelt bis viermal soviel zu liefern vermögen, als die Weizenpflanze bedarf.

Der Grund muß in anderen Verhältnissen gesucht werden.

Die von mir im Jahre 1843 gewonnenen Ansichten wurden nicht wenig verstärkt, als ich im Jahre 1846 durch die Analysen von 22 Bodenarten, welche in Gießen in meinem Laboratorium durch Dr. Kroker (jetzt Professor in Breslau) ausgeführt wurden, die Gewißheit erlangte, daß der unfruchtbarste Sand bis zu einer Tiefe von nur 10 Zoll über hundertmal, und daß fruchtbare Ackererden fünfhundert- bis tausendmal mehr Stickstoff enthalten, als die vollste Ernte Weizen nöthig hat und bei der reichlichsten Düngung zugeführt erhält (siehe meine »Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie,« 5. Auflage 1846, S. 368).

Die Thatsache der Anwesenheit dieser ungeheuren Stickstoffmengen im Boden ist durch die von Seiten des königlich preußischen Landes-Oekonomie-Collegiums in Berlin veranlaßten Untersuchungen bestätigt worden (siehe Annalen der Landwirthschaft Bd. XIV, S. 2). Das Landes-Oekonomie-Collegium ließ an 14 verschiedenen Orten des Königreichs Preußen ein gleichförmiges Feld für diese Versuche auswählen. An 10 bis 12 verschiedenen Punkten dieses Feldes wurde vermittelst des Spatens eine gleiche Menge Erde aus der ganzen Tiefe der Ackerkrume ausgestochen, durcheinandergemischt und davon die Proben genommen.

In jeder Probe wurde von drei verschiedenen Chemikern der Gehalt an Stickstoff bestimmt, und es berechnen sich aus ihren Analysen, im Mittel, für 1 engl. Acre Land auf 1 Fuß Tiefe (das specif. Gewicht der Erde zu $1^1/_2$ angenommen) folgende Mengen Stickstoff, ausgedrückt in Pfunden Ammoniak:

engl. Acre enthält auf 12 Zoll Tiefe Pfunde Ammoniak.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1) | Boden von | Havixbec | 18040 | Pfd. |
| 2) | » » | Burgwegeleben | 17220 | » |
| 3) | » » | Jurgaitschen | 14350 | » |
| 4) | » » | Wallup | 13120 | » |
| 5) | » » | Beesdau | 7790 | » |
| 6) | » » | Turwe | 7380 | » |
| 7) | » » | Dalheim | 6970 | » |
| 8) | » » | Laasom | 5740 | » |
| 9) | » » | Eldena | 5330 | » |
| 10) | » » | Burgbornheim | 5330 | » |
| 11) | » » | Neuenmund | 4510 | » |
| 12) | » » | Frankenfeld | 4100 | » |
| 13) | » » | Neuhof | 4920 | » |
| 14) | » » | Cartlow | 2870 | » |

An diese Bestimmungen reihen sich an die Analysen der russischen Schwarzerde (Tscherno-sem) in dem Gouvernement Orel, die wir Herrn E. Schmid verdanken (Petersburger akademisches Bulletin Bd. VIII, S. 161).

Schmid untersuchte drei Proben nie cultivirten Bodens Sol vierge), sodann eine Probe von ungedüngtem Ackerland (das specif. Gewicht betrug 2,1 bis 2,2, ich habe aber nicht geglaubt, ein höheres als 1,5 meiner Berechnung, der Poren wegen, zu Grund legen zu dürfen). Nach jenen Bestimmungen enthält auf 12 Zoll Tiefe:

1 Acre russische Schwarzerde Pfunde Ammoniak.

| | | | |
|---|---|---|---|
| I. | Oberste Schicht | 49200 | Pfd. |
| II. | 4 Werschok tiefer | 22140 | » |
| III. | Ueber dem Untergrund | 20000 | » |
| IV. | Ungedüngter Ackerboden | 23780 | » |

An Reichthum von Ammoniak stehen diesen Bodenarten sehr nahe die folgenden Bodenarten in München, die ich zu diesem Zwecke einer Analyse unterworfen habe.

1 Acre auf 12 Zoll Tiefe enthält Pfunde Ammoniak.

1) Aus meinem Hausgarten . . . . . 22960 Pfd.
2) Aus dem benachbarten botanischen Garten . . . . . . . . . . . 21730 »
3) Aus einem nahen Wald . . . . . 20910 »

Ich habe zuletzt von der Insel Cuba, durch die große Gefälligkeit des Herrn Schloßberger in Havannah, sechs verschiedene Proben von Bodenarten erhalten, auf welchen dort Taback (die an Stickstoff reichste Pflanze) gebaut wird und die niemals Dünger empfangen hatten. Dieser beinahe reine Kalkboden, durch Eisenoxyd stark gefärbt, enthält:

1 Acre Tabacksboden in Havannah enthält auf 12 Zoll Tiefe Pfunde Ammoniak.

| | | |
|---|---|---|
| 1) | 9020 | Pfd. |
| 2) | 12300 | » |
| 3) | 1640 | » |
| 4) | 9844 | » |
| 5) | 14350 | » |
| 6) | 10250 | » |

Die Quelle dieses Stickstoffgehaltes ist leicht zu bezeichnen gewesen; ich habe in meinem Buche (S. 57, S. 96, S. 115 ꝛc.) auseinandergesetzt, daß der Thon, die Thonerde und das Eisenoxyd, welche Bestandtheile der fruchtbarsten Ackererden sind, die ausgezeichnete Fähigkeit besitzen, Ammoniak aus der Luft aufzusaugen, und daß aller fruchtbare Boden eine gewisse aus der Luft empfangene Menge Ammoniak enthält.

Man kann sich leicht einen Begriff von der Menge Ammoniak machen, welche der Boden aus dieser Quelle aufnehmen kann, wenn man sich an die Versuche von Th. Way erinnert, welcher gefunden hat (The Journal of the R. Agric. Society Vol. XXIX, p. 126, 1852), daß 100000 Gewichtstheile eines mageren Bodens von Dorsetshire im Mittel von vier Versuchen 348 Gewichtstheile Ammoniak absorbiren und in sehr fester Verbindung zurückhalten; eine gleiche Menge eines leichten rothen Bodens von Berckshire absorbirten 157 Gewichtstheile und ebensoviel eines zähen weißen Thons 282 Gewichtstheile Ammoniak. Wenn man nun berechnet, wieviel 1 Acre Feld von diesen Bodenarten (specif. Gewicht $1 \frac{1}{2}$) zwölf Zoll tief, zu dem Ammoniak, welches er schon enthält, noch absorbiren könnte, so ergeben sich für

| | Pfunde Ammoniak: |
|---|---|
| 1 Acre mageren Boden von Dorsetshire | 20880 Pfd. |
| 1 Acre leichter rother Boden von Berckshire . . . . . . . . . . | 9420 » |
| 1 Acre zäher weißer Thon . . . . | 17040 » |

Diese Zahlen drücken nicht aus, wieviel diese Bodenarten an Ammoniak enthalten haben, sondern wieviel sie noch aus der Luft und dem Regen hätten absorbiren und binden können; sie drücken ihre Absorptionsfähigkeit aus, welche durch mechanische Bearbeitung und durch Entwässerung, insofern der Luft und dem Regen dadurch der Zugang erleichtert wird, erhöht werden kann.

Die Thatsache, daß der Boden enorme Quantitäten Ammoniak enthalte, welches aus der Luft stamme, war mir genau bekannt, allein die Entdeckung, daß die Ackererde dem Regenwasser das darin gelöst enthaltene Ammoniak entziehen

könne, gehört Herrn Th. Way an; ich betrachte sie als eine sehr wichtige Entdeckung, welche auf eine befriedigende Weise die allmälige Anhäufung großer Ammoniakmengen im cultivirten Boden erklärt. Ich habe durch eine Reihe von Versuchen gefunden (siehe meine Annalen der Chemie, Bd. 94, S. 379), daß auch der an Kalk reiche und an Thon arme Boden in der Umgebung Münchens in gleichem Grade wie der Thonboden die Fähigkeit besitzt, dem Wasser das Ammoniak zu entziehen. Dieser Kalkboden enthielt, was ich nebenbei bemerken will, stets salpetersaure Salze, welche in dem an Thon reichen Boden beinahe gänzlich fehlen, selbst der an Kalk reiche Tabacksboden von Cuba, welcher niemals gedüngt worden war, enthielt große Mengen Salpetersäure.

Wenn man meine Schlüsse vom Jahre 1843 mit den von mir veranlaßten Bestimmungen des Ammoniakgehaltes im Ackerboden im Jahr 1846 in Verbindung bringt, so wird man begreiflich finden, warum ich mich gezwungen sah, meine früheren Ansichten aufzugeben und zu verlassen; diese sowie die in Preußen, in Rußland und die von mir später unternommenen Analysen des Ackerbodens beweisen auf eine evidente Weise, daß der Fundamentalsatz der Herren J. B. Lawes und Dr. Gilbert: »Daß die Quantitäten Stickstoff, welche die natürlichen Quellen den Pflanzen darbieten, für den Bedarf einer vollen Weizenernte nicht hinreichen,« aller und jeder Begründung ermangelt. Diese Quellen bieten der Weizenpflanze hundert-, oft tausendmal mehr Stickstoff dar, als sie für die reichste Entwickelung bedarf.

Es folgt daraus von selbst, daß alle Schlüsse, welche diese beiden Herren auf diesen ihren Fundamentalsatz gebaut haben, falsch sind und nicht aufrecht erhalten werden können.

Es folgt daraus ferner, daß alle Erfahrungen und Thatsachen, die sie mit diesem ihren Fundamentalsatz widerlegen wollten und widerlegt zu haben glaubten, nicht widerlegt sind und vorläufig aufrecht erhalten werden müssen.

Ich habe in meinem Buche die Ansicht ausgesprochen, daß ein Land durch die Cultur nicht erschöpfbar sei an Stickstoff, denn der Stickstoff sei kein Bodenbestandtheil, sondern ein Luftbestandtheil und dem Boden nur geliehen; was der Boden an einem Punkte verliere, gleiche die Luft, die überall sei, wieder aus, darum könne die Unfruchtbarkeit unserer Felder nicht herrühren von einem Mangel an Stickstoff*).

Zu dieser Ansicht bin ich durch die Betrachtung der Cultur ganzer Gegenden und Länder (des Nilthals, der Schweiz, Holland) gekommen, und es dürften die nämlichen Betrachtungen, angewendet auf näher liegende Verhältnisse, geeignet sein, in einem Jeden die volle Ueberzeugung ihrer Wahrheit zu erwecken.

Aus dem täglichen Verbrauch an Nahrung berechnen die Herren Lawes und Gilbert, daß die 2½ Millionen Bewohner der Stadt London (siehe Journal of the Society of Arts, Vol. III, Nr. 120, p. 272) jährlich über 25¼ Millionen Pfund Stickstoff verzehren, und die Zusammensetzung ihrer festen und flüssigen Excremente zeigt, daß darin über 17 Millionen Pfund Stickstoff dem größten Theil nach in der Form von Ammoniak dem Meere zugeführt werden, während der größte Theil des Restes in die Luft zurückkehrt. Diese Schätzung dürfte eher zu niedrig als zu hoch sein.

In Liverpool, Newcastle, Bristol, Dublin, Glasgow und all den großen und kleinen Städten an den Küsten

*) Unter »Stickstoff« wird hier und im Folgenden immer eine den Pflanzen zur Ernährung dienende Stickstoffverbindung verstanden.

Großbritanniens finden ganz dieselben Verhältnisse wie in London statt.

Wenn es nun möglich wäre, daß ein Mensch auf eine gewisse Höhe sich erheben und das britische Inselland mit einem Blicke überschauen könnte, so würde dieser Mensch, wenn das Ammoniak sichtbar wäre, wahrnehmen, daß täglich ein mächtiger Strom von Stickstoff von dem Lande dem Meere und der Luft zufließt, in einem Jahre über zwei Millionen Centner, und daß das, was dem Lande im Vieh, Getreide und Guano zugeführt wird (ich nehme jährlich 100000 Tonnen Guano und darin im Mittel $4^1/_2$ Procent Stickstoff an), noch nicht ein Drittel des Verlustes ausmacht, und daß dieser Verlust im Verhältniß zur Bevölkerung jährlich zunimmt.

Vor dem Jahre 1840, wo die Einfuhr von Guano begonnen hat, würde dieser Mensch zu seinem Erstaunen wahrgenommen haben, daß Großbritannien bis dahin einen noch viel kleineren Bruchtheil als Ersatz empfangen hatte und daß dennoch die Fruchtbarkeit und die Ertragsfähigkeit der englischen Felder nicht allein nicht abnahm, sondern daß sie seit Jahrhunderten stetig zugenommen hatte, ja daß von Jahr zu Jahr der Vorrath an stickstoffhaltigem Dünger in den Düngerstätten der Landwirthe trotz dieses enormen Verlustes beständig sich vermehrt hat.

Aus dieser Betrachtung ergiebt sich, und kein Zweifel ist möglich, daß der Stickstoff der Vegetabilien aus einer Quelle stammt, welche immer und ewig fließt und welche unerschöpflich ist.

Aller Stickstoff der Pflanzen und Thiere stammt aus der Luft, ein jeder Feuerherd, auf welchem Holz oder Steinkohlen verbrannt werden, alle die zahlreichen Feuerstätten und Schorn-

steine in den Fabrikstätten und Manufactur-Districten, die Hohöfen der Eisenhütten sind eben so viele Destillations-Apparate, welche die Atmosphäre mit der stickstoffhaltigen Nahrung einer untergegangenen Pflanzenwelt bereichern. Von der Quantität Ammoniak, welches in dieser Weise die Atmosphäre empfängt, kann man sich einen Begriff machen, wenn man sich erinnert, daß manche Leuchtgasfabriken aus dem Gaswasser viele hundert Centner Ammoniaksalze gewinnen.

In anderen Worten ausgedrückt heißt dies: Wenn aller Stickstoff oder alles Ammoniak, welches Großbritannien von seinen Feldern aus, durch seine Städte, dem Meere und der Luft zuführt und verliert, nicht als Ammoniak, sondern in der Form von Fleisch und Korn seit Jahrhunderten auf seinen Schiffen ausgeführt hätte, so würde es um kein einziges Pfund Stickstoff ärmer sein, als es gegenwärtig ist; es hätte ohne diese Verluste an Stickstoff reicher werden können, dies ist gewiß, allein es ist daran nicht ärmer geworden, weil durch die Cultur, das was die Felder verloren, aus der Atmosphäre wieder ersetzt wurde, welche überall ist und überall bringt; welche den Ort, wo sie Stickstoff zugeführt hat, verläßt, um an einem anderen wieder Stickstoff zu empfangen.

Wenn aber ein Land durch die Ausfuhr von Ammoniak seine Fruchtbarkeit nicht einbüßen kann, so bleibt die Frage zu erörtern, ob es durch eine Einfuhr von Ammoniak allein an Fruchtbarkeit zunehmen kann, ob das Land hierdurch die Fähigkeit empfängt, in einer Reihe, z. B. in 50 Jahren, mehr Korn und mehr Fleisch zu produciren, als es ohne diese Einfuhr in dieser Zeit producirt haben würde?

Diese Frage beantwortet sich von selbst, wenn wir untersuchen: von was die Fruchtbarkeit unserer Felder, von was der höhere Ertrag, und die Dauer

dieser höheren Erträge abhängig ist? Ehe ich diese Fragen näher bespreche, will ich mir erlauben, einige historische Notizen vorauszuschicken, um den Standpunkt genau zu bezeichnen, von welchem aus mein Buch geschrieben ist.

»Man muß sich erinnern,« ist in der zweiten englischen Ausgabe gesagt, »daß die Aufgabe des Verfassers nicht gewesen ist, ein systematisches Handbuch der Agriculturchemie zu schreiben, sondern eine Chemie der Landwirthschaft.« Diesen Charakter hat das Buch in allen späteren Auflagen beibehalten. Der Unterschied zwischen beiden ist selbstverständlich.

Ein System der Agriculturchemie enthält die Theorie und ihre Anwendung auf die praktische Landwirthschaft; in einem Buche, welches die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur zum Gegenstande hat, werden die chemischen Grundsätze auseinandergesetzt und die Erklärung der chemischen Bedingungen und der Vorgänge in der Cultur der Gewächse entwickelt.

Ein System der Agriculturchemie kann nur von einem Landwirth geschrieben werden, welcher die Grundsätze der Chemie kennt; eine Chemie der Landwirthschaft kann von einem Chemiker geschrieben werden, welcher die allgemeinsten Erfahrungen der Landwirthschaft kennt. Das System enthält die Regeln für die Bearbeitung der Felder, für die Düngung der verschiedenen Feldfrüchte, des Weizens, der Rüben ꝛc. und ihrer Aufeinanderfolge.

Die Chemie der Landwirthschaft sucht die Erfahrungen der Landwirthe mit Naturgesetzen oder mit bekannten festgestellten Wahrheiten in Verbindung und Uebereinstimmung zu bringen. »Der Gegenstand dieses Werkes ist die Entwickelung des chemischen Processes der Ernährung der Vegetabilien« (S. 3).

Mit einem System verglichen, erscheint mein Buch als ein Werk der größten Unordnung und der seltsamsten Widersprüche.

Wenn auf der einen Seite die Nützlichkeit des Ammoniaks gepriesen und dem Landwirth auf das eindringlichste empfohlen wird, das Ammoniak seines Düngers sorgfältig zu sammeln und auf seine Felder zu bringen, und ihm die besten Mittel an die Hand gegeben werden, um sich vor Verlusten zu schützen, wird auf einer anderen Seite gesagt, daß die Pflanzen allen Stickstoff aus der Atmosphäre empfangen und daß der Stickstoff des Düngers, als Nahrungsstoff für sich allein betrachtet, kaum dazu beitrage, um den Ertrag der Felder in den Ernten zu steigern.

Da ist von keinem Rathe die Rede, was der Landwirth thun müsse, um auf eine für ihn vortheilhafte Weise seinem Boden ein Maximum an Ertrag abzugewinnen; da ist nichts näher darin zu finden, ob dem Weizen oder welchen Pflanzen Ammoniak oder kein Ammoniak im Dünger gegeben werden müsse!

Alle diese scheinbaren Widersprüche erklären sich, wenn man, was der Autor eines Werkes gebieterisch verlangen muß, sich auf seinen Standpunkt stellt und ihm in seinen Betrachtungen mit einiger Aufmerksamkeit zu folgen sich entschließt.

Die ausgezeichnetsten Landwirthe (Schwerz, Thaer), die größten Naturforscher und Chemiker (Berzelius, Gay-Lussac, Boussingault, Payen, de Saussure) glaubten vor dem Erscheinen meines Buches, daß die Fruchtbarkeit der Felder, die Wirkung der Dünger ausschließlich abhängig sei von ihrem Gehalte an Humus oder organischen Materien.

»Die Wirkungen des organischen Düngers sind wunder-

bar und unbegreiflich,« sagt Schwerz (Handbuch des praktischen Ackerbaues, Th. III, S. 33), »es ist der unlösbare gordische Knoten; das ist die Grenze der Naturwissenschaft, über die hinaus Isis den Schleier des Geheimnisses deckt.« »Es sind die vegetabilischen und thierischen Extracte (de Saussure in Bibliothèque universelle, T. XXXVI.), welche den Werth des Bodens für die Agricultur bestimmen.«

»Die Pflanzen,« sagt Berzelius (s. Handbuch, 1839, S. 77), »nehmen das Material zu ihrem Wachsthum aus der Erde und der Luft, welche beide gleich unentbehrlich für sie sind — der erdartige Theil scheint keinen anderen als nur mechanischen Einfluß auf die Pflanze zu äußern;« ferner (S. 23, Bd. VIII.) »die Kalkerde dient theils als Reizmittel, theils als chemisches Agens, wodurch die Bestandtheile der Dammerde im Wasser auflöslicher werden — daher kann man das Kalken nicht ein Düngen nennen. — Ein anderer Einfluß der Kalkerde oder der Alkalien in der Asche besteht darin, daß durch ihre Einwirkung die organischen Materien schneller in Humus verwandelt werden — es ist unbekannt, wie der Gyps die vortheilhaften Wirkungen hervorbringt, die man aus Erfahrung kennt.« Ferner Th. VI, S. 101: »Wir haben aus dem Vorhergehenden gesehen, wie sich die Pflanzen Kohlenstoff und Sauerstoff aneignen. Wir haben aber nicht gefunden, woher sie den Wasserstoff nehmen und den Stickstoff, welchen gewisse Bestandtheile in bemerklicher Menge enthalten.«

Nach diesen vor 1840 und durch de Saussure und Sprengel begründeten Lehren war das pflanzliche und animalische Leben abhängig von dem Kreislauf von organischem, ehemals belebtem Stoff.

Wenn alle Ueberreste von Pflanzen und Thieren in dem

cultivirbaren Boden in Bewegung gesetzt, in den Kreislauf gebracht und in dieser Weise nutzbar gemacht waren, so war über diese Grenze hinaus eine Vermehrung der Production durch die Landwirthschaft nicht mehr möglich, eine Zunahme der Population nicht mehr denkbar.

Meine Untersuchungen über die Processe der Fäulniß und Verwesung (welche den zweiten Theil meines Buches bilden) und über den Humus hatten mich zu einer anderen ganz verschiedenen Ansicht geführt.

Die Zunahme des organischen Lebens ist unbegrenzt.

Alle Nahrungsstoffe der Pflanzen sind unorganische Substanzen.

»Ein wunderbarer Zusammenhang besteht zwischen der organischen und unorganischen Natur. Die Nahrungsmittel der Gewächse sind unorganische Materien; die Pflanzen bieten den Thieren die Mittel zu ihrem Bestehen dar — hieraus ergiebt sich, daß ein Endzweck des Pflanzenlebens darin besteht, Materien zu erzeugen, welche zur Unterhaltung des Lebensprocesses der Thiere geeignet sind, sie verwandeln das Mineral in Träger lebendiger Thätigkeiten« (2. Ausg. S. 2).

Kohlensäure, Ammoniak, Wasser, Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure sind unorganische oder Mineralsubstanzen.

Im Gegensatz zu den unorganischen Nahrungsstoffen, welche die Pflanzen aus der Luft empfangen, bedürfen sie zur Bildung und Entwickelung ihres Leibes gewisser unorganischer Substanzen aus dem Boden, die wir nach ihrer Verbrennung in ihrer Asche finden.

Diese Aschenbestandtheile sind Nahrungsmittel, keine Reizmittel.

Die atmosphärischen Nahrungsmittel wirken nicht für sich allein, sondern nur dann, wenn den Pflanzen die Bodenbestandtheile gleichzeitig dargeboten werden.

Wenn die Pflanzen gewisser Nahrungsstoffe aus dem Boden zu ihrer Entwickelung und Ernährung bedürfen, welche ursprünglich Bestandtheile von Mineralien sind, so steht die Ernährungsfähigkeit des Bodens oder die Fruchtbarkeit desselben im Verhältniß zu ihrem Gehalt an diesen Bestandtheilen; sie sind die nächsten Bedingungen der Cultur der Gewächse.

Die Ernährungsfähigkeit der Luft steht im Verhältniß zu ihrem Gehalte an luftförmigen Nahrungsstoffen. Die letzteren gehören ihrer Natur und ihrem Ursprung nach in einerlei Classe mit den Bodenbestandtheilen, die Bodenbestandtheile sind aber nie gasförmig; wie man Luft und Erde als einander entgegengesetzt ansieht, so werde ich in dem Folgenden Kohlensäure und Ammoniak (mineralische Luftbestandtheile) oder atmosphärische Nahrungsmittel und mineralische Bodenbestandtheile oder mineralische Nahrungsmittel, wegen ihres Zustandes, wie dies in der Wissenschaft stets geschieht, als Gegensätze gebrauchen, was sie selbstverständlich ihrer Natur nach nicht sind. Die Kohlensäure im Kalkstein, das Ammoniak im schwefelsauren Ammoniak sind nicht gasförmig und können in dieser Form niemals Luftbestandtheile sein.

Die Dauer der Fruchtbarkeit eines Feldes steht im Verhältniß zu der Quantität oder der Summe der im Boden vorhandenen Bedingungen seiner Ernährungsfähigkeit, d. h. der Bodenbestandtheile.

Die Erschöpfung des Bodens durch die Cultur steht in geradem Verhältniß zu dem Theil dieser Quantität oder Summe, welche der Boden jährlich an einer Ernte abgegeben hat.

Da weder die atmosphärischen Nahrungsmittel für sich allein, noch die Bodenbestandtheile für sich allein auf die Entwickelung der Pflanze irgend eine Wirkung äußern können, so sind die atmosphärischen Nahrungsmittel die unentbehrlichen Vermittler des Uebergangs der Bodenbestandtheile in organische Verbindungen; und die Bodenbestandtheile die unentbehrlichen Vermittler des Uebergangs der atmosphärischen Nahrungsmittel in Korn und Fleisch.

Die Höhe des Ertrags eines Feldes in einer gegebenen Zeit, z. B. in einem Jahre, steht im Verhältniß zu dem Theile der Summe von Bodenbestandtheilen, welche von dem Boden aus während dieses Jahres in die auf dem Boden gewachsenen Pflanzen übergegangen sind. In einer doppelten Ernte sind doppelt so viel Bodenbestandtheile enthalten.

Diese Sätze sind selbstverständlich und bedürfen keine weiteren Beweise.

Die Erfahrung zeigt, daß der Ertrag zweier Felder in derselben Gegend, oder die Quantitäten von Korn und Fleisch, welche darauf geerntet werden, sehr ungleich sind. Die eine Wiese liefert doppelt, dreimal, viermal mehr Heu, als unter denselben äußeren Verhältnissen die gleichgroße Fläche einer anderen Wiese. Ein Morgen Kleefeld liefert drei-, viermal mehr Kleeheu als ein Morgen eines anderen Kleefeldes. Es giebt Felder, ganze Länderstrecken, auf welchen der Klee nicht oder nur kümmerlich gedeiht.

Was ist die Ursache dieser ungleichen Ertragsfähigkeit?

Die Oberfläche des fruchtbaren Feldes sowohl, wie die des unfruchtbaren, steht mit einem ganz gleichen Luftvolum in Berührung, beiden wird von der Atmosphäre und durch

den Regen gleichviel Kohlensäure und Ammoniak dargeboten. Auf der Oberfläche des sogenannten fruchtbaren Bodens wird aber dennoch zwei-, drei-, viermal mehr Kohlenstoff und Stickstoff in der Form von Wiesenheu oder Kleeheu verdichtet, als auf der anderen unfruchtbaren Fläche; es ist klar, daß die Ursache des Unterschiedes in dem Ertrage nicht in der Luft, sondern im Boden gesucht werden muß. Der Grund muß in der ungleichen Bodenbeschaffenheit bei gleichen äußeren Bedingungen liegen.

In dem fruchtbaren Boden sind der Menge nach und in einem Jahre zwei-, drei-, viermal mehr Bodenbestandtheile in die Pflanzen übergegangen, es sind mehr Bodenbestandtheile der Menge nach, oder ihrem übergangsfähigen Zustande nach, darin vorhanden gewesen.

Die Höhe des Ertrags steht in diesen Fällen unzweifelhaft im Verhältniß zu der Menge der im Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsmittel, und nicht im Verhältniß zu der Menge Kohlensäure und Ammoniak; denn beiden Feldern wurde durch die Luft gleichviel von diesen Nahrungsmitteln zugeführt, aber in dem einen Boden waren die Bedingungen ihres Uebergangs in Pflanzenbestandtheile in größerer Menge, der Zeit nach, wirksam als in dem anderen.

Wenn wir uns nun denken, daß die Atmosphäre in einem Jahre zwei ungleich fruchtbaren Feldern, anstatt der einfachen, die doppelte, drei- oder vierfache Menge von Ammoniak und Kohlensäure zuführe, als sie sonst empfangen, und zwar beiden gleichviel, so wird der Ertrag immer ungleich, der des fruchtbaren Feldes wird immer höher als der des minder fruchtbaren Feldes und zwar in demselben Verhältniß höher sein; denn die Bedingungen der Fruchtbarkeit des Bodens sind der Menge nach in beiden Feldern die nämlichen geblieben.

Wenn die Erträge der beiden Felder durch die doppelte Zufuhr von Ammoniak und Kohlensäure höher sind, obwohl immer ungleich, als bei der einfachen Zufuhr, so kann dies nur daher kommen, weil auf beiden Feldern, im Verhältniß zu ihrem Gehalte, der Zeit nach mehr Bodenbestandtheile aufnehmbar und wirksam geworden sind. Die Erfahrung zeigt, daß ein fruchtbares Feld durch Zufuhr von einer größeren Menge Ammoniak, als die Luft darbietet, einen höheren Ertrag liefert als ohne diese Zufuhr. Die Erfahrung zeigt ferner, daß der Mehrertrag bei zwei Feldern nicht im Verhältniß steht zu der zugeführten Ammoniakmenge, daß der Ertrag des einen Feldes (z. B. eines Thonbodens) durch eine einfache Vermehrung des Ammoniaks verdoppelt oder verdreifacht wird, während der Ertrag eines gleich großen anderen Feldes (z. B. eines Sandfeldes) durch die Zufuhr der doppelten und dreifachen Menge Ammoniak nicht oder nicht merklich steigt.

Da die Wirksamkeit der zugeführten Kohlensäure- und Ammoniakquantitäten immer abhängig ist von der Bodenbeschaffenheit, so wird man verstehen, daß auch in diesen geänderten Verhältnissen die Höhe der Erträge immer im Verhältniß stehen muß zu der Quantität der im Boden vorhandenen übergangsfähigen mineralischen Nahrungsmittel. Ein Ueberschuß von Ammoniak kann einen Mangel daran nicht ersetzen, oder ein ungeeignetes Verhältniß geeignet machen.

Ich habe die Wirkung einer Vermehrung von Kohlensäure und Ammoniak im Boden in meinem Buche einer Untersuchung unterworfen und bin zu einer von der gewöhnlichen ganz verschiedenen Erklärung derselben gekommen.

Nichts scheint auf den ersten Anblick einfacher und kla-

rer zu sein als die Meinung, daß die künstlich den Culturfeldern zugeführten atmosphärischen Nahrungsmittel (in dem Humus und Ammoniak) den Ertrag steigern, weil sie direct und unmittelbar als Nahrungsmittel verwendbar sind und verwendet werden; allein die genauere Prüfung ergiebt, daß diese Erklärung im Allgemeinen nicht richtig sein könne.

Die Betrachtung der Cultur im Großen zeigt nämlich, daß die Menge Stickstoff, welche die Felder im Dünger empfangen, ein kleiner Bruchtheil von der Summe Stickstoff ist, die in den Feldfrüchten geerntet wird; die Cultur im Kleinen zeigt im Gegensatze, daß die Menge Stickstoff, welche auf einem mit Ammoniaksalzen reichlich gedüngten Felde geerntet wird, ein kleiner Bruchtheil von derjenigen ist, welche die Felder empfangen haben.

In der Cultur im Großen wird weit mehr, in allen Versuchen mit Ammoniaksalzen im Kleinen wird weit weniger Stickstoff geerntet, als die Felder im Dünger empfangen; die Betrachtungen, welche meiner Erklärung zu Grunde liegen, sind folgende:

Wenn man sich einen See denkt mit einem unerschöpflichen Vorrath an Wasser, von dem aus Hunderte von Canälen eine gleiche Menge Wasser ebenso vielen Mühlen zuführen, so liegt es auf der Hand, daß, wenn auch jede Mühle gleichviel Wasser empfängt, die Wirkung, welche dieses Wasser durch seinen Fall hervorbringt, sehr ungleich sein kann; die eine Mühle mahlt in 24 Stunden 20 Säcke Getreide, die andere liefert in derselben Zeit 30, eine dritte 50 oder 100 Säcke Mehl. Diese ungleichen Wirkungen bei gleichem Fall oder Wassermenge sind, wie man weiß, abhängig von der Beschaffenheit des Mühlrades; bei einem schlecht eingerichteten Mühlrade geht die Hälfte oder ein Drittel Wasser an den

Schaufeln vorbei und übt keine Wirkung aus; das Maximum der Wirkung wird erzeugt, wenn jedem Tropfen Wasser gestattet wird, seine ihm eigene Wirkung auszuüben, wenn alle Hindernisse hinweggeräumt werden, durch welche Wasser verloren geht oder seine Wirkung beeinträchtigt wird, was durch eine bestimmte Form und Beschaffenheit des Rades und der Schaufeln von einem jeden Müller, der etwas Mechanik versteht, erzielt werden kann.

In ganz gleicher Weise verhält sich die Atmosphäre zu den Pflanzen; die Luft und der Boden enthalten ein unerschöpfliches Magazin von Ammoniak und Kohlensäure, jedem Felde fließt ohne Unterschied eine gleiche, obwohl beschränkte Menge zu, hinreichend für die üppigste Vegetation, und es besteht die Kunst des Landwirths wesentlich darin, die ganze dargebotene Menge von Kohlensäure und Ammoniak auf seinen Feldern zu fixiren oder in ein Maximum an Brot und Fleisch zu verwandeln. Dies geschieht in der Cultur der Gewächse.

Die Aufnahme der Nahrung der Gewächse findet durch die Wurzeln und Blätter statt. In einer gegebenen Zeit steht die Zunahme einer Pflanze an Masse im Verhältniß zu der Anzahl und Oberfläche der Organe, welche bestimmt sind, Nahrung zuzuführen (S. 39) *).

Mit der Oberfläche und Anzahl der Blätter und Wurzelfasern wächst in gleichem Grade das Vermögen der Pflanze, Kohlensäure und Ammoniak aufzusaugen. Eine Pflanze mit

---

*) Alle Zahlen ohne besondere Angabe eines Werkes beziehen sich auf die 5te Auflage meiner Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. F. Vieweg und Sohn. Braunschweig 1846.

10 Blättern und 10 Wurzelfasern nimmt in derselben Zeit nur halb soviel Kohlensäure und Ammoniak auf als eine Pflanze mit 20 Blättern und 20 Wurzelfasern (S. 40).

Wenn alle Bedingungen, welche zum Uebergange der Kohlensäure zu einem Bestandtheile der Pflanzen unentbehrlich sind und welche der Boden liefern muß, in hinreichender Menge und in wirksamer Form vorhanden sind, so wird nur soviel Kohlensäure verdichtet werden können, als den Organen der Aufsaugung aus ihrer Umgebung dargeboten wird (S. 255). Ohne gleichzeitig dargebotenes Ammoniak erreicht die Pflanze ihre vollkommene Entwickelung nicht (S. 136).

Wenn aber den Wurzeln und Blättern der jungen Pflanzen in derselben Zeit dreimal soviel Kohlensäure zugeführt wird, als die Luft enthält, so werden sich in dieser Zeit viermal soviel Blätter, Stengel und Knospen bilden; ihre Oberfläche und damit das Vermögen der Blätter, Nahrung aus der Luft aufzunehmen, wird viermal größer sein, als sie ohne diese Zufuhr geworden wäre, sie wird in geradem Verhältniß zu ihrer Zunahme an Masse von dem Boden aus mehr mineralische Nahrung aufnehmen; die Anzahl und Größe der Samen wird abhängen von der Quantität der Mineralbestandtheile, welche der Boden in derselben Zeit abgegeben hat.

Die Wirkung der künstlich zugeführten Kohlensäure, sowie die des Ammoniaks (S. 259), besteht hiernach wesentlich in einem G e w i n n a n Z e i t (S. 276).

Dieser Schluß erklärt die Wirkung des Ammoniaks. Es kann sich ereignen, daß Jemand über die Art und Weise dieser Wirkung eine andere Ansicht hegt, aber es ist ganz unmöglich, aus meiner Erklärung die Meinung abzuleiten, als habe ich die Thatsache der Nützlichkeit des Ammoniaks

im Dünger in Frage gestellt oder geleugnet; denn sie setzt ja die günstige Wirkung des im Dünger zugeführten Ammoniaks als bekannt und festgestellt voraus.

Der Mehrertrag oder die Steigerung der Erträge eines Feldes durch diese Mittel hängt in der Cultur im Großen nach dieser Erklärung im Ganzen davon ab, daß, indem man in dem Boden zur günstigen Zeit Quellen schafft von Kohlensäure und Ammoniak, durch dieselben in den sich entwickelnden Pflanzen die aufsaugende Oberfläche des Feldes aufwärts und abwärts vergrößert wird. Eine doppelte Blattoberfläche muß mit doppelt soviel Lufttheilchen in Berührung kommen und in derselben Zeit doppelt soviel Kohlensäure aus der Luft aufzunehmen vermögen; die Luft wird in derselben Zeit vollständiger ihrer Kohlensäure beraubt werden *). Die doppelte Anzahl von Wurzeln empfängt doppelt soviel Bodenbestandtheile aus dem Boden. Durch die mechanische Bearbeitung des Feldes räumen wir die Hindernisse hinweg,

---

*) In meinen Grundsätzen der Agriculturchemie habe ich S. 22 diese Erklärung, wie ich sie im Jahre 1843 gegeben, wiederholt. Herr Lawes, wahrscheinlich in der Idee befangen, daß sie neu sei, äußert sich darüber (1856) folgendermaßen: »Was, möchten wir fragen, ist Gewinn an Zeit in dem Wachsthume der Pflanzen anders als das wahre Wesen des Unterschiedes zwischen natürlichem und künstlichem Wachsthume, das ist Landwirthschaft. In dieser Annahme ist der vollste und überzeugendste Beweis eingeschlossen, daß wenn irgend einem Bildungsstoff der Pflanzen ein vorwiegender Werth und Wichtigkeit zugeschrieben werden muß, so gebührt dies denen, durch welche ein Gewinn an Zeit erzielt wird« (Journ. of the R. A. S. 1856. p. 453).

Als Herr Lawes vor fünf Jahren auf meine Erklärung von Dr. Daubeny aufmerksam gemacht wurde (Journal, Vol. XII, p. 40), verstand er offenbar ihre Bedeutung noch nicht. Aber jetzt scheint ihm das Verständniß aufgegangen zu sein. Daß die Wissenschaft von einem vorwiegenden Werth eines Nahrungsmittels nichts weiß, versteht sich von selbst. Jedes Einzelne kann unter Umständen einen vorwiegenden Werth erlangen.

welche die gleichzeitige Wirkung der Bodenbestandtheile hemmen; denn wenn sie nicht in derselben Zeit in geeigneter Beschaffenheit und Menge für die Wurzeln der Pflanzen vorhanden sind und aufgenommen werden, so kann auch der größte Ueberschuß an Kohlensäure und Ammoniak keine Wirkungen hervorbringen.

Die Entwässerung des Bodens begünstigt die Vegetation, indem sie den Bestandtheilen der Atmosphäre einen ungehinderteren Zutritt zu den Wurzeln gestattet, und sie macht, daß der Ertrag wächst, weil die Vegetation in der Zeit beschleunigt und an Zeit in der Aufnahme der Nahrungsmittel gewonnen wird.

In der Agricultur giebt es keinen wichtigeren Factor als den Factor der Zeit, und die allzu geringe Beachtung desselben in der Landwirthschaft ist unstreitig das größte Hinderniß ihres Fortschrittes; die richtige Beurtheilung des Werthes eines Düngmittels beruht auf der Bekanntschaft mit seinen Wirkungen in der Zeit. Ein einzelnes Düngmittel, welches in einem Jahre den Ertrag eines Feldes auf die außerordentlichste Weise erhöht, bringt in fünf Jahren, auf demselben Felde in derselben Weise angewendet, nicht die allergeringste Wirkung, ja einen Ausfall in der Ernte hervor; daher denn für kurze Zeit eine Ueberschätzung und in einer anderen Zeit eine unverdiente Verachtung desselben. Zwei Landwirthe, welche heute über den Werth eines Düngmittels vollständig einerlei Meinung sind, kommen nach wenigen Jahren zu ganz entgegengesetzten Ansichten, weil der nämliche Düngstoff, auf ungleichen Bodenarten angewendet, in Beziehung auf die Dauer oder die Zeit seiner Wirkungen einen sehr ungleichen Einfluß äußert.

Eine Kohlensäure- und Ammoniakquelle im Boden be-

schleunigt die Wirkung der Bodenbestandtheile in der Zeit; der höhere Ertrag sagt in diesem Falle nichts Anderes.

Wenn der Ertrag eines Feldes in einem Jahre ohne Ammonik = 1000 war, so ist eine gewisse Summe von Bodenbestandtheilen für diese Ernte = 1000 aus dem Boden in die Pflanze übergegangen.

Stieg der Ertrag bei Anwendung von Ammoniak auf 2000, so ist in derselben Zeit die doppelte Menge an Bodenbestandtheilen dem Boden entzogen worden.

Es folgt hieraus, daß wenn ein Boden soviel mineralische Nahrungsmittel enthält, daß er ohne allen Ersatz derselben, in 100 Jahren 100 Ernten Weizen liefern kann, so hört er nach dieser Zeit auf fruchtbar für den Weizen zu sein.

Wenn durch Zufuhr von Ammoniak und Kohlensäure oder von Ammoniak allein, der Ertrag in einem Jahre um das Doppelte höher wird, so wird das Feld in 50 Jahren denselben Ertrag liefern, als wie ohne Ammoniak in 100 Jahren. Das Feld wird in 50 Jahren soviel an Bodenbestandtheilen abgeben müssen und verlieren, als es ohne Ammoniak in 100 Jahren verloren haben würde.

Durch Anwendung von Ammoniak würde das Feld nicht im Ganzen mehr erzeugt haben, als ohne Ammoniak, sondern in der Zeit mehr.

Man wird jetzt verstehen, daß die Erträge der Felder oder ihre Fruchtbarkeit im Verhältniß stehen muß zur Summe der darin enthaltenen mineralischen Nahrungsmittel. Die Höhe der Erträge steht im Verhältniß zur Schnelligkeit der Wirkung der Bodenbestandtheile in dieser Zeit.

Die in dieser Richtung bis jetzt in der Landwirthschaft

angestellten Versuche sind niemals mit Ammoniak allein oder mit Salpetersäure allein gemacht worden, sondern mit Ammoniaksalzen und salpetersauren Salzen.

Es ist nun einleuchtend, daß wenn die Säuren, welche das Ammoniak in den Ammoniaksalzen, und die Basen, welche die Salpetersäure in den salpetersauren Salzen begleiten, einen gewissen Antheil an der Vegetation nehmen, daß diese in diesem Fall gerade so wirken, wie wenn die Summe der Bodenbestandtheile oder ihre Wirksamkeit in der Zeit vermehrt worden wäre.

Die Wirkung muß durch diese begleitenden Stoffe wesentlich geändert werden, je nach dem Mangel oder Ueberfluß derselben im Boden. Wenn im Boden z. B. ein Ueberfluß von Schwefelsäure oder schwefelsauren Salzen vorhanden ist, so wird Ammoniak, begleitet von Schwefelsäure, einen geringeren Einfluß ausüben, oder einen geringeren Ertrag geben als das salzsaure Ammoniak, wenn der Boden Mangel an Salzsäure oder Chlormetallen (Kochsalz) hat.

Die Erträge der mit Ammoniaksalzen oder salpetersauren Salzen gedüngten Felder können also niemals im Verhältniß stehen zu der Zufuhr von Stickstoff allein, sondern sie müssen in Beziehung stehen, d. h. sie müssen steigen und fallen je nach der Natur und der Wirkung der Stoffe, welche mit dem Ammoniak gleichzeitig gegeben werden. Die schönsten und überzeugendsten Versuche sind in Beziehung auf diese Hauptfragen in den Jahren 1843 bis 1846 von F. Kuhlmann in Lille und Schattenmann gemacht worden (Comptes rendus T. XVII, p. 1121 und Annales de chimie et de phys. T. XVIII, p. 143 und T. XX, p. 279).

Diese Versuche sind in den landwirthschaftlichen Kreisen kaum bekannt geworden, und ich theile sie deshalb ausführ-

licher mit; sie haben nicht wenig dazu beigetragen, meine Ueberzeugung von der Richtigkeit meiner Lehren unerschütterlich zu machen.

Durch Düngung einer Wiese mit Ammoniak- und salpetersauren Salzen erhielt F. Kuhlmann von derselben Bodenfläche einen Mehrertrag von Heu auf 100 Theile Stickstoff im Jahre 1843 in folgendem Verhältniß:

| Stickstoff im Dünger | | lieferte Mehrertrag |
|---|---|---|
| 100 Thle. | in der Form v. Salmiak . . . . | 2439 Thle. Heu |
| 100 » | » » » » schwefels. Ammoniak | 2160 » » |
| 100 » | » » » » salpeters. Natron . | 4005 » » |

Einhundert Theile Stickstoff im salpetersauren Natron lieferten über 90 Proc. mehr Heu als dieselbe Menge Stickstoff im schwefelsauren Ammoniak.

Einhundert Theile Stickstoff im salzsauren Ammoniak lieferten über 14 Procent mehr als dieselbe Stickstoffmenge im schwefelsauren Ammoniak.

Von einer gleichen Fläche Wiese wurde in drei Jahren hinter einander durch Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak, salpetersaurem Kalk und salpetersaurem Natron für 100 Theile Stickstoff folgender Mehrertrag erhalten:

| Stickstoff lieferte | | Mehrertrag |
|---|---|---|
| 100 Thle. | in der Form v. schwefels. Ammoniak | 3140 Thle. Heu |
| 100 » | » » » » salpeters. Natron . | 4870 » » |
| 100 » | » » » » salpeters. Kalk . . | 2593 » » |

Dieselbe Menge Salpetersäure, welche von Kalk begleitet 2593 Pfd. Heu geliefert hatte, lieferte, begleitet von Natron, 4870 Pfd. Heu, mithin über 90 Procent mehr.

Diese Zahlen beweisen auf eine unwiderſprechliche Weise, daß die Erträge eines mit Ammoniak- und salpetersauren

Salzen gedüngten Feldes nicht im Verhältniß stehen zu der zugeführten Stickstoffmenge. Denn dieselben Stickstoffmengen geben auf demselben Felde nicht die gleichen, sondern die ungleichsten Erträge.

Es folgt aus diesen Versuchen ferner, daß wenn diesen Ammoniaksalzen noch andere Stoffe hinzugefügt werden, denen an und für sich die Fähigkeit zukommt, Theil an der Vegetation zu nehmen, d. h. als Nahrungsstoffe zu dienen, daß in diesem Falle das Verhältniß der Erträge und der zugeführten Stickstoffmenge sich wieder ändern muß, weil zu der Wirkung, welche der Stickstoff für sich und der Begleiter desselben in dem Salz ausübt, ein neuer Factor hinzutritt, dessen Wirkung sich der Wirkung dieser beiden hinzufügt.

Durch Düngung einer Wiese mit 666 Gewichtstheilen Salmiak und phosphorsaurem Kalk erhielt Kuhlmann in den Jahren 1844, 1845 und 1846 einen Ueberschuß über den Ertrag einer gleichen Fläche einer ungedüngten Wiese von 7686 Gewichtstheilen Heu.

Eine gleiche Fläche Wiese lieferte mit 300 Gewichtstheilen Guano gedüngt, welcher 5 Procent Stickstoff enthielt, in denselben Jahren einen Mehrertrag von 2469 Gewichtstheilen Heu. Es ergiebt sich hieraus, daß

| Stickstoff lieferte | Mehrertrag |
|---|---|
| I. 100 Thle. als Salmiak . . . . . . | 2439 Gewthle Heu, |
| II. 100 » als Salmiak, begleitet von phosphors. Kalk | 4367 » » |
| III. 100 » in der Form von Guano | 16460 » » |

In dem Jahre 1846 lieferten in Kuhlmann's Versuchen 200 Gewichtstheile schwefelsaures Ammoniak einen Mehrertrag von 2533 Gewichtstheilen Heu. Eine gleiche

Fläche, welche ebenfalls 200 Gewichtstheile schwefelsaures Ammoniak und noch außerdem einen Zusatz von 133 Gewichtstheilen Kochsalz empfangen hatte, lieferte 3173 Gewichtstheile Heu.

Die Bedeutung dieser Zahlen ist klar und leichtverständlich.

Wenn die Ammoniaksalze, als Dünger angewendet, begleitet sind von Mineralsubstanzen, welche gleichfalls Nahrungsmittel sind, so stehen die Erträge nicht im Verhältniß zu der zugeführten Stickstoffmenge, sondern im Verhältniß zu der Wirkung dieser Mineralsubstanzen.

Durch den phosphorsauren Kalk wurde die Wirkung des Salmiaks beinahe verdoppelt, durch die Stoffe, welche im Guano das Ammoniak begleiten, wurde die Wirkung desselben fünfmal größer, als die der nämlichen Menge Ammoniak im Salmiak. Durch den Zusatz von Kochsalz zum schwefelsauren Ammoniak nahm die Wirkung dieses Salzes um 25 Procent zu.

Es ist einleuchtend, daß wenn der Boden der Wiese von Anfang an einen Ueberschuß von phosphorsaurem Kalk enthalten hätte, so würde in dem Versuche I. die Düngung mit Salmiak *allein* einen ebenso hohen Ertrag geliefert haben, als dasselbe Salz mit phosphorsaurem Kalk in dem Versuche II. geliefert hat, der Zusatz von phosphorsaurem Kalk würde alsdann *scheinbar* keine Wirkung hervorgebracht haben.

Das nämliche Verhältniß fand statt in den Versuchen mit schwefelsaurem Ammoniak mit und ohne Kochsalz. Wäre der Boden an sich reich an Kochsalz oder Chlormetallen gewesen, so würde der Zusatz von 133 Gewichtstheilen Kochsalz die Wirkung der 200 Gewichtstheilen schwefelsaurem Ammoniak nicht im mindesten erhöht haben.

Wenn man den Mehrertrag an Heu in Kuhlmann's Versuchen, welcher von 100 Theilen im schwefelsauren Ammoniak zugeführtem Stickstoff gewonnen wurde, zu 100 setzt, so stehen die Mehrerträge durch die anderen stickstoffreichen Düngemittel in folgendem Verhältniß zu einander

| | lieferten Mehrertrag |
|---|---|
| 100 Stickstoff im schwefelsauren Ammoniak | 100 |
| 100 » » salpetersauren Kalk | 71 |
| 100 » » salpetersauren Natron | 155 |
| 100 » Salmiack, begleitet von phosphorsaurem Kalk | 136 |
| 100 » » schwefelsauren Ammoniak, begleitet von Kochsalz | 121 |
| 100 » » im Guano, begleitet von phosphors. Kalk, Bittererde, Kali, Chlormetall | 500 |

Der Einfluß auf die Erträge an Heu, welcher durch die Materien ausgeübt wurde, welche den Stickstoff in der Salpetersäure und den Ammoniaksalzen begleiteten, ist durch diese Zahlen einleuchtend genug: 100 Theile Stickstoff im Guano haben eine fünffach stärkere Wirkung ausgeübt, als 100 Theile Stickstoff im schwefelsauren Ammoniak.

Setzt man umgekehrt den Mehrertrag derselben Fläche Wiese an Heu, welcher durch 100 Stickstoff im Guano erzielt wurde, = 100, so ist der Mehrertrag erhalten durch

| | |
|---|---|
| 100 Stickstoff im salpetersauren Kalk | 14 |
| 100 » » salpetersauren Natron | 31 |
| 100 » » salzsauren Ammoniak und Phosphorkalk | 27 |
| 100 » » schwefelsauren Ammoniak und Kochsalz | 24 |
| 100 » » schwefelsauren Ammoniak allein | 20 |

Schreibt man die Wirkung dieser Düngemittel ihrem Stickstoffgehalte zu, die Wirkung der salpetersauren Salze also der Salpetersäure, die der Ammoniaksalze und des Guano dem darin enthaltenen Ammoniak, so hat offenbar von dem Ammoniak des schwefelsauren Ammoniaks nur der fünfte Theil eine Wirkung ausgeübt, vier Fünftel sind ohne Wirkung geblieben.

Ganz dasselbe Resultat erhält man, wenn man die Mehrerträge an Stickstoff in dem geernteten Heu mit dem Stickstoffgehalt der als Düngemittel angewendeten Ammoniaksalze vergleicht.

Nach den besten Analysen kann man annehmen, daß das Wiesenheu lufttrocken ein Procent Stickstoff enthält.

Einhundert Theile Stickstoff sind demnach enthalten in 10000 Theilen Heu. Vergleicht man mit dieser Menge Heu den Mehrertrag an Heu, welchen 100 Theile Stickstoff in den Versuchen von Kuhlmann mit Ammoniaksalzen wiedergegeben haben, so ergiebt sich, daß man in diesen Mehrerträgen nur $^1/_5$ bis $^1/_4$ der im Dünger zugeführten Stickstoffmenge wieder erhielt, und daß demnach unter diesen Umständen $^3/_4$ bis $^4/_5$ von der ganzen Ammoniakmenge keine Wirkung ausgeübt haben.

Die vieljährigen Düngversuche mit Ammoniaksalzen von Lawes, dem die Versuche von Kuhlmann unbekannt geblieben waren, haben diese Thatsache auch für die Weizenpflanze festgesetzt; auch er nahm wahr, daß ein Mangel an Wirkung unter diesen Umständen statt hat und daß man in der Regel in dem Mehrertrag an Korn nur $^1/_5$ von dem in den Ammoniaksalzen zugeführten Stickstoff wieder erhält, er wurde dadurch zu dem seltsamen Schlusse verleitet, daß der Mangel an Wirkung

herruhre von einem wirklichen Verlust an Ammoniak, den das Feld in der Cultur der Weizenpflanze erleide.

Lawes denkt sich, daß der Theil des Ammoniaks, welcher nicht gewirkt hat, von den Wurzeln der Pflanzen direct aufgenommen werde, durch unbekannte Ursachen seine Ernährungsfähigkeit verliere und in irgend einer Form durch Halme und Blätter verdunstet sei.

Diese Ansicht setzt mehrere Unmöglichkeiten voraus; sie setzt voraus, daß der Rest des Ammoniaksalzes, welcher nicht gewirkt hat, und zwar jedes kleinste Theilchen davon, mit den aufsaugenden Wurzeln in Berührung kommen müsse; die Ammoniaksalze sind aber im Wasser löslich und verbreiten sich überall im Boden, aber nicht überall im Boden befinden sich Wurzelfasern, die es absorbiren könnten; man müßte demnach annehmen, daß die Wurzelfasern auf die im Boden zerstreuten Ammoniaktheilchen dieselbe Wirkung hätten, welche ein starker Magnet auf Eisentheile, in einem Haufen Sand zerstreut, ausübt; aber wir wissen, daß die Wurzeln nur diejenigen Theile aufsaugen können, welche in unmittelbarer Berührung damit kommen, und daß sie keine anziehende Kraft auf die kleinste meßbare Entfernung ausüben.

Die Beobachtung kennt zuletzt keine einzige Thatsache, welche beweist, daß die Blätter und Halme der Gräser Ammoniak ausdunsten, und wie zwei Salze, schwefelsaures oder salzsaures Ammoniak, welche keine Flüchtigkeit besitzen, unter diesen Umständen zerlegt werden müßten, um das darin enthaltene Ammoniak zum Verdunsten geschickt zu machen — alles dies sind Dinge, welche beweisen, daß die aufgestellte Hypothese keinen Boden hat, daß sie im Widerspruch mit wissenschaftlichen Principien ersunden ist, um die einfache Thatsache

eines Mangels an Wirkung zu erklaren. In der Erklärung von Lawes ist eine jede Voraussetzung, die er macht, weit unerklärlicher als die Thatsache an sich, die er erklären will. Der scheinbare Verlust an Wirkung wechselt, d. h. er steigt und fällt, wie man aus den Versuchen von Kuhlmann ersieht, je nach den Stoffen, welche man dem Ammoniakdünger hinzufügt. Der Mangel an Wirkung zeigt sich nicht nur bei den Ammoniaksalzen, sondern auch bei den salpetersauren Salzen, auf welche die Erklärung von Lawes gar nicht anwendbar ist; bei diesen ist der Verlust kleiner, wenn die Salpetersäure begleitet ist von Natron anstatt von Kalk, bei den Ammoniaksalzen wird durch Zusatz von Kochsalz oder von phosphorsaurem Kalk der Verlust ebenfalls vermindert.

Diese stickstoffreichen Dünger bringen für sich keine Wirkung hervor; ihre Wirkung steht im Verhältniß zu den Bedingungen ihrer Wirksamkeit, und wenn an diesen im Boden ein Mangel ist, so hat auch der größte Ueberschuß derselben keinen Einfluß auf den Ertrag der Felder.

Es folgt daraus von selbst, daß wenn wir den Ammoniaksalzen gewisse unentbehrliche Bodenbestandtheile im richtigen Verhältnisse beigeben, daß ihr scheinbarer Mangel an Wirkung dadurch gehoben werden muß.

Dies geht augenscheinlich aus Kuhlmann's Versuchen mit Guano hervor; denn bei seiner Anwendung wurde in den Mehrerträgen nicht allein kein Verlust wahrgenommen, sondern es wurden in dem Heu 64 Procent Stickstoff mehr geerntet, als im Guano enthalten waren.

Dieser Ueberschuß an Stickstoff stammte aus natürlichen Quellen, und es kann wohl kaum ein Zweifel darüber sein, daß die anderen Bestandtheile, welche der Guano neben dem Ammoniak enthält, an dieser Mehraufnahme von Stickstoff

aus diesen Quellen den hauptsächlichsten Antheil hatten. Wäre das Ammoniak im Guano ganz ausgeschlossen gewesen, so würde eine verhältnißmäßige Mehraufnahme an Stickstoff oder ein Mehrertrag jedenfalls stattgefunden haben, und wenn dem schwefelsauren Ammoniak die anderen Bestandtheile des Guanos zugesetzt worden wären, so würde eine weit kleinere Menge Ammoniaksalz genügt haben, um den nämlichen Ertrag hervorzubringen, d. h. es hätte alsdann kein Verlust, sondern eine Zunahme in seiner Wirkung statt gehabt.

In dem Vorhergehenden ist die Wirkung der Ammoniaksalze in Beziehung auf die Steigerung der Erträge dem darin enthaltenen Ammoniak allein zugeschrieben worden, aber die Wirkung der Ammoniaksalze ist nicht dieselbe wie die des reinen Ammoniaks; in dem Ammoniaksalze ist eine Säure enthalten, welche auf die Bestandtheile des Bodens eine Wirkung ausübt, welche das reine Ammoniak nicht besitzt. Die Säuren der Ammoniaksalze machen die phosphorsauren Erdsalze löslicher im Wasser, als sie es für sich sind, sie schließen die Silicate auf. Unter Aufschließen eines Silicates versteht man in der Chemie eine Zersetzung des Silicates, in deren Folge dessen Bestandtheile eine gewisse Löslichkeit in Lösungsmitteln empfangen, die sie in dem Silicate nicht oder in einem weit geringeren Grade besitzen. Indem die Silicate aufgeschlossen werden, wird deren Kieselsäure, welche für die Gramineen unentbehrlich ist, in den im Wasser löslichen Zustand versetzt, so daß also Regenwasser, damit in Berührung, eine gewisse Menge mehr davon vorfindet und auflöst, als dieses Wasser ohne die Wirkung der Ammoniaksalze zur Auflösung vorgefunden haben würde *).

*) Das Kieselsäurehydrat ist im reinen Wasser löslicher als im Wasser, worin sich Ammoniaksalze befinden. Da aber nach Way's und

Durch die atmosphärischen Nahrungsmittel, wenn sie im Boden angehäuft werden, durch Ammoniak z. B., wird die Wirkung der in löslichem Zustande vorhandenen Bodenbestandtheile in der Zeit beschleunigt.

Durch Ammoniaksalze wird ein Theil der unlöslich vorhandenen Bodenbestandtheile löslich und ein größerer Bruchtheil von der ganzen Summe derselben wirksam und übergangsfähig in die Pflanzen gemacht.

Durch Düngung mit Ammoniak und Ammoniaksalzen wird demnach in dem ersten Jahre in dem Mehrertrage der geernteten Producte ein Theil von denjenigen Bodenbestandtheilen dem Boden entzogen, welcher im darauf Folgenden Jahre durch natürliche Ursachen löslich und wirksam geworden wäre; der Boden ist im zweiten Jahre ärmer an diesen Bestandtheilen, als er ohne die Düngung mit Ammoniaksalzen geworden wäre.

Von zwei Feldern, von denen das eine mit Ammoniaksalzen gedüngt worden und das andere ungedüngt geblieben ist, wird das erstere in dem ersten Jahre einen höheren Ertrag geben.

Von den nämlichen zwei Feldern wird, wenn beide im darauf folgenden Jahre ungedüngt bleiben, sich das Verhältniß umkehren müssen, das im ersten Jahre ungedüngte Feld muß im zweiten einen bemerklich höheren Ertrag geben, als das andere Feld, weil der höhere Ertrag nothwendig einen

---

meinen Versuchen die Ammoniaksalze dem Wasser durch den Boden entzogen werden und ihre Löslichkeit damit verlieren, so geben sie kein Hinderniß für die Aufnahme der Kieselsäure durch die Wurzeln ab, und da zuletzt auf 1 Acre Feld über 1 Million Pfund Regenwasser fällt, so ist die Menge des bei einem Ueberschuß in Lösung bleibenden Ammoniaksalzes zu gering, als daß seine hindernde Wirkung von Einfluß sein könnte.

stärkeren Verbrauch an Bodenbestandtheilen und dieser eine entsprechende Erschöpfung nach sich ziehen muß.

Eine starke Düngung mit Ammoniaksalzen allein (wenn die in dem Mehrertrage entzogenen Bodenbestandtheile nicht ersetzt werden) kann mithin naturgemäß auf eine Erhöhung des Ertrages eines Feldes in den darauf folgenden Jahren keinen Einfluß ausüben; weil die Wirkung derselben zum Theil eine chemische ist.

Ein Körper, der eine chemische Wirkung hervorgebracht hat, verliert damit seine Fähigkeit, dieselbe Wirkung zum zweiten Male hervorzubringen. Wenn die Schwefelsäure oder Kohlensäure eine chemische Zersetzung bewirken, so gehen sie eine chemische Verbindung ein, in der diese Säuren ihre Eigenschaften völlig einbüßen.

Man wird hiernach verstehen, warum die Ammoniaksalze, trotz des Ueberschusses von Ammoniak, der im Boden im zweiten Jahre bleibt, scheinbar eine so wenig dauernde Wirkung haben; der Ueberschuß von Ammoniak kann keine steigernde Wirkung ausüben, wenn die Bedingungen seiner Wirksamkeit, nämlich die Bodenbestandtheile, fehlen, wenn sie zur Erzeugung des Mehrertrages in der vorausgegangenen Ernte verbraucht worden sind.

Die Versuche von Kuhlmann, sowie die von J. B. Lawes, geben für diese Schlüsse die überzeugendsten Belege ab.

Alle Felder, welche Kuhlmann im Jahre 1844 mit Ammoniak und salpetersauren Salzen gedüngt hatte, lieferten im Jahre 1845 ohne Düngung einen niedrigeren Ertrag als ein gleich großes Stück desselben Feldes, welches von Anfang an ungedüngt geblieben war. Das eine, welches 500 Gewichtstheile schwefelsauren Ammoniak im Jahre 1844 empfangen hatte, lieferte im Jahre 1845 ungedüngt 8340

Pfund Heu. Das im Jahre 1844 ungedüngte Feld lieferte in demselben Jahre ungedüngt 8972 Pfund Heu, letzteres mithin 632 Pfund Heu mehr. In noch höherem Grade beachtenswerth ist die folgende Thatsache.

Kuhlmann hatte ein Stück seiner Wiese im Jahre 1844 mit einer Mischung von 666 Pfund Salmiak nebst phosphorsaurem Kalk gedüngt und einen Mehrertrag von 12172 Pfund Heu pro Hectare damit erhalten. In demselben Jahre lieferte das mit 500 Pfund schwefelsaurem Ammoniak (ohne Zusatz von phosphorsaurem Kalk) gedüngte Feld einen Mehrertrag von 3488 Pfund Heu, das erstere mithin über drei- und einhalbmal mehr.

Die Wiesenpflanzen bedürfen, wie alle anderen Gewächse, zu ihrer Entwickelung phosphorsauren Kalk und Ammoniak, aber außen diesen noch andere Nahrungsmittel, z. B. Kieselsäure und Alkalien, ohne die sie nicht gedeihen.

Durch die Beigabe von phosphorsaurem Kalk zu dem Ammoniaksalze wurde die Wirkung des Ammoniaksalzes erhöht; es wurden im Ganzen 8684 Pfund Heu mehr geerntet als durch das Ammoniaksalz allein. In diesem Mehrertrage waren $3^1/_2$mal mehr Kieselerde und $3^1/_2$mal mehr Kali enthalten, um welche der Boden nach der Ernte ärmer war, als er ohne den Zusatz des phosphorsauren Kalks zum Ammoniaksalz geworden wäre. Dieser Verlust an diesen unentbehrlichen Nahrungsmitteln konnte auf die darauf folgenden Ernten nicht ohne Einfluß sein. Das Stück blieb im Jahre 1845 ungedüngt und empfing im Jahre 1846 aufs neue 666 Pfund Salmiak und phosphorsauren Kalk. Das Stück welches 1844, 500 Pfund schwefelsaures Ammoniak empfangen hatte, blieb ebenfalls im Jahre 1845 ungedüngt und erhielt im Jahre 1846 eine neue Düngung von 500 Pfund

desselben Ammoniaksalzes. Es zeigte sich nun Folgendes. Dieselbe Menge von phosphorsaurem Kalk und Ammoniaksalz, welche den Ertrag des damit gedüngten Stückes im Jahre 1844 um 8684 Pfund Heu höher gemacht hatte, lieferte im Jahre 1846 3592 Pfund Heu, das mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngte lieferte aber 3726 Pfund Heu; letzteres mithin 134 Pfund Heu mehr.

Dieselben Düngstoffe, welche in dem einen Jahre einen enormen Erfolg hervorgebracht hatten, und denen der unwissenschaftliche und unwissende Landwirth sicherlich wegen dieses Erfolges einen vorwiegenden Werth zugeschrieben hätte, verloren ihre Wirkung, obwohl sie in derselben Menge, in demselben Verhältniß und auf demselben Boden angewendet wurden, in den folgenden Jahren in demselben Grade, als sie anfänglich günstig gewirkt hatten. Der höhere Ertrag des ersten Jahres bedingte den niederen im zweiten und dritten Jahre*).

Ganz ähnliche Beobachtungen machte Dr. E. Wolf bei Düngung mit salpetersaurem Kali (siehe Anhang).

*) »So haben wir gezeigt, daß, nachdem wir dem Boden zwei- bis dreimal soviel Stickstoff zugeführt haben, als in dem Mehrertrage wieder erhalten worden war, daß in dem darauf folgenden Jahre entweder keine Art von Zunahme stattgefunden hat, welche dem im vorhergehenden Jahre im Boden zurückgebliebenen Stickstoff zugeschrieben werden könnte, oder daß die Zunahme, wenn eine solche stattgefunden hatte, nicht allein ganz außerordentlich gering war, sondern daß eine solche nur statt hatte, wenn die Zufuhr im vorhergehenden Jahre augenscheinlich ganz außerordentlich gewesen ist« (Lawes, Journ. T. XVI, p. 475). Ferner: »Die obigen Beispiele beweisen die Thatsachen, daß eine mäßige Düngung des Weizens mit Ammoniaksalzen keinen wirksamen Rückstand für das darauf folgende Jahr hinterließ« (daselbst p. 78). Anstatt »beweisen die Thatsache« (prove the fact) hätte hier Lawes in der wissenschaftlichen Sprache sagen müssen: »die gegebenen Thatsachen zeigen«. Eine Thatsache kann man nicht als einen Beweis für dieselbe Thatsache anführen.

Man sieht, daß die Wirkung jedes einzelnen Düngmittels, daß die dadurch erzielten Erträge an feste, unwandelbare Naturgesetze geknüpft sind, welche nicht verletzt oder nicht außer Acht gelassen werden dürfen, wenn der Landwirth sich die Dauer der Erträge sichern will. Wir können durch Ammoniaksalze allein, die Erträge eines Feldes in der Zeit, aber nicht im Ganzen steigern. Die Quantität von Korn und Fleisch, welche eine gegebene Fläche liefern kann, steht in einem festen, nur in der Zeit ihrer Wirkung veränderlichen Verhältniß der Abhängigkeit zu der Summe der mineralischen Nahrungsstoffe, welche der Boden enthält und abgeben kann.

Wenn Kuhlmann seine Versuche zehn, vielleicht achtzehn Jahre in derselben Weise fortgesetzt hätte, so ist es eben so gewiß, als wie irgend eine mathematische Wahrheit es ist, daß er in dieser Zeit mit seinem ganzen Aufwand an Düngmitteln in Quantität nicht einen einzigen Centner Heu mehr gewonnen hätte, als wie seine Wiese ohne die Anwendung von Ammoniaksalzen geliefert hätte. Der Erfolg eines einzelnen Düngstoffes in einem Jahre erlaubt keinen Schluß auf seine Wirkung im zweiten, und wenn er fünfmal eine günstige Wirkung äußert, so ist es ganz gewiß, daß er zehnmal die nämliche Wirkung nicht hervorbringen wird.

Niemand kann vernünftiger Weise voraussetzen, daß für die Leguminosen und Gramineen unserer Culturfelder andere Gesetze der Ernährung bestehen, als für die Pflanzen derselben Classen, welche die Hauptmasse unserer Wiesenpflanzen ausmachen, und daß die Natur für die Weizenpflanze z. B. besondere Gesetze ausnahmsweise geschaffen habe.

In dieser Beziehung sind die von Schattenmann im Jahre 1843 angestellten Versuche sehr lehrreich und ganz

geeignet jeden Zweifel zu beseitigen (siehe Comptes rendus, T. XVII, p. 1128. 1843).

Schattenmann düngte zehn Stücke eines großen Weizenfeldes mit Salmiak und schwefelsaurem Ammoniak; ein gleich großes Stück blieb ungedüngt; von den gedüngten Stücken empfingen das eine per Acre englisch 162 Kilogrm. (324 Pfund), die anderen die doppelte, drei- und vierfache Quantität von jedem dieser Salze.

»Die Ammoniaksalze (sagt Schattenmann p. 1130) scheinen auf den Weizen einen auffallenden Einfluß auszuüben, denn schon acht Tage nach der Düngung nahm die Pflanze eine tief dunkelgrüne Farbe an, ein sicheres Zeichen einer großen Vegetationskraft.«

Der durch diese Ammoniakdüngung erzielte Ertrag war folgender:

| Empfing Ammoniaksalz*) | Ertrag in Klgr. an Korn. | Stroh. | weniger Korn. | mehr Stroh. |
|---|---|---|---|---|
| 1 Acre — kein | 1182 | 2867 | | |
| 1 » 162 Klgr. salzsaures | 1138 | 3217 | 44 | 348 |
| 4 » 324 Klgr. 324 Klgr. 486 Klgr. 486 Klgr. salzsaures, Mittel | 878 | 3171 | 304 | 314 |
| 1 » 162 Klgr. schwefelsaures | 1174 | 3078 | 8 | 211 |
| 4 » 324 Klgr. 324 Klgr. 486 Klgr. 648 Klgr., Mittel | 903 | 3248 | 279 | 381 |

Diese Resultate, erhalten durch Düngung von Weizenfeldern mit Ammoniaksalzen, sprechen mehr als ein ganzes Buch voll Zahlen.

In allen Versuchen wurde durch die Ammoniaksalze der

*) Die Düngung geschah mit Auflösungen dieser Salze in Wasser von 1 bis 2 Grad nach dem Aräometer von Baumé.

Ertrag an Korn vermindert. Auf dem Felde, welches die kleinste Menge Ammoniaksalz erhielt, betrug die Abnahme weniger als auf den anderen Feldern, welche einen Ueberschuß empfangen hatten.

Nur der Strohertrag wurde erhöht. Auf ein Pfund Ammoniaksalz erhielt man durchschnittlich einen Mehrertrag von einem Pfund Stroh.

Ein jeder in der Behandlung wissenschaftlicher Fragen ungeübter Mann würde sich berechtigt gehalten haben, aus diesen Versuchen den Schluß zu ziehen, daß stickstoffreiche Dünger vollkommen ungeeignet sind für Korn, weil durch ihre Anwendung der Ertrag abnahm und der Ausfall am Ertrage mit der Quantität der für Düngung angewendeten Ammoniaksalze stieg.

Dieser Schluß, welcher eine directe Widerlegung der Schlüsse des Herrn J. B. Lawes in dieser Form ist, kann aber eben so wenig begründet werden, als die Schlüsse des Herrn J. B. Lawes, nach welchen stickstoffreiche Dünger besonders geeignet sind für Korn, weil das Steigen und Fallen der Erträge an Korn nicht im Verhältniß steht zu dem Ammoniak.

Die Versuche Kuhlmann's und Schattenmann's zeigen, welchen Werth wissenschaftliche Grundsätze in Beziehung auf die Beurtheilung der Wirkungen der einzelnen Düngmittel besitzen, und daß man in ein Labyrinth von Widersprüchen geräth, wenn man auf die Theorie als den einzigen sicheren Führer in der Praxis verzichtet.

Das Ammoniak, die Phosphorsäure sind allen Gewächsen unentbehrlich, ebenso der Kalk, die Schwefelsäure und die Alkalien. Die Getreidearten können ohne lösliche Kieselsäure, viele Futtergewächse ohne Kochsalz nicht gedeihen;

aber es ereignet sich sehr häufig, daß das Ammoniak, oder die Phosphorsäure, oder der phosphorsaure Kalk, oder die Alkalien rc., auf vielen Feldern als Dünger angewendet, kaum einen bemerklichen oder keinen Einfluß auf die Erhöhung der Erträge äußern, und nur allzu häufig begeht man in der Landwirthschaft den großen Fehler, aus dem Ergebniß eines solchen Versuches den Schluß zu ziehen, daß diesen Stoffen überhaupt alle Wirkung auf diese Felder abgehe.

Wenn man im Auge behält, daß die günstige Wirkung sowohl wie der Mangel an Wirkung einer an sich wirksamen Substanz an bestimmte Bedingungen geknüpft ist, so wird man von selbst darauf geführt, das Thatsachen dieser Art nur eine einzige Art von Folgerungen erlauben; daß die günstige Wirkung nämlich von dem Vorhandensein dieser anderen Bedingungen und der Mangel an Wirkung von dem Mangel derselben oder von gewissen Hindernissen, die in ihrer Form und Beschaffenheit liegen, bedingt sein muß. Die Theorie lehrt, welches die naturgesetzlichen Bedingungen sind, die in dem Boden vorhanden sein müssen, um einem einzelnen Düngstoff Wirksamkeit zu geben, sie bezeichnet den Mangel oder die Ursachen, welche machen, daß der Düngstoff in dem gegebenen Falle scheinbar wirkungslos geblieben war.

Im Jahre 1844 erntete Kuhlmann auf seiner Wiese durch eine Mischung von phosphorsaurem Kalk mit Salmiak 3½mal mehr Heu, und in dem Heu 3½mal mehr Kieselerde, 3½mal mehr Kali, 3½mal mehr Bittererde als mit dem Ammoniaksalz allein. Wäre seine Wiese nicht fähig, d. h. nicht reich genug gewesen, um 3½mal mehr an diesen Stoffen an die darauf wachsenden Pflanzen abzugeben, so würde der Zusatz von phosphorsaurem Kalk den Ertrag nicht im mindesten erhöht haben.

In diesem Zustande befand sich diese Wiese in der That im Jahre 1846, denn in diesem Jahre brachte der Zusatz von phosphorsaurem Kalk nicht allein keine Erhöhung im Ertrage hervor, sondern er war im Gegentheil niedriger als der mit den Ammoniaksalz allein.

Der unwissende, empirische Landwirth beurtheilt den Werth eines Düngmittels nach dem Erfolge, den er in einem, zwei, vielleicht in drei Jahren damit erzielt hat, der wissenschaftliche Landwirth beurtheilt diesen Werth in steter Beziehung zu dem Zustande, in welchen der Boden durch die Anwendung des Düngmittels nach der Ernte und in den folgenden Jahren versetzt worden ist. Nicht der Ertrag oder seine Wirkung in einem Jahre, sondern die Summe der Erträge in einer Reihe von Jahren bestimmt seinen Werth. Keiner unter allen, welche sich um die Landwirthschaft Verdienste erworben haben, hat diesen wissenschaftlichen Grundsatz oder die Naturgesetze der Düngung in größerer Klarheit erkannt und bestimmter ausgesprochen als Thaer, und darin zeigt sich der Stempel seines Genies, daß er seiner Zeit so unendlich weit vorausgeeilt ist. Wäre es ihm vergönnt gewesen, die gegenwärtige Entwickelungsperiode zu erleben, welche dem von ihm damals unbestimmbaren Begriff seiner Bodenkräfte einen ganz bestimmten Ausdruck zu unterlegen vermag, ich glaube, er würde mit Verachtung, mit Unwillen und Mitleid auf die bedeutungslosen Versuche unserer heutigen sogenannten wissenschaftlichen Landwirthe herabsehen (man sehe z. B. Alexander Müller in der Zeitschrift für deutsche Landwirthe, 1855, sechstes Heft, S. 168), welche, durch thörichte und falsche Vorstellungen verleitet, in der Beurtheilung des Werthes eines Düngmittels dahin gelangt sind, die Wirkung von Chilisalpeter, Guano, schwefelsaurem

Knochenmehl, Knochenmehl, ausgeleimtem Knochenmehl, Leinkuchenmehl, Rindviehdung und sächsischem Guano, von Substanzen der verschiedensten Art und von der ungleichsten Zusammensetzung einerlei Ursachen, nämlich ihrem Stickstoffgehalt, zuzuschreiben und von dem Boden, als dem Urgrund aller Fruchtbarkeit, gänzlich zu abstrahiren!!

Ein jeder einzelne Düngstoff besitzt nur eine Wirkung beziehungsweise zu anderen Stoffen, er hat nur einen relativen Werth; ein jeder gewinnt in bestimmten Fällen einen Werth vorzugsweise vor dem anderen; ein jeder einzelne nothwendige Bodenbestandtheil bestimmt und regelt den ganzen Ertrag; wenn alle anderen im Ueberschuß zugegen sind, während ein einzelner fehlt, so gedeiht die Pflanze nicht.

Aus allen diesen Thatsachen erhellt, daß der Landwirth, um seine Felder fruchtbar zu machen, vor allem dafür Sorge tragen muß, die in dem Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsmittel wirksam und aufnehmbar zu machen, er muß die Hindernisse aufsuchen, welche ihre Wirkung beeinträchtigen, und diese Hindernisse hinwegräumen; er muß den Boden durch Zufuhr von Bodenbestandtheilen reicher machen, die fehlenden ersetzen und die mangelnden ergänzen, wenn er seine Erträge in der Zeit steigern will; er muß alle in den Ernten hinweggenommenen in ähnlichem Verhältnisse wieder ersetzen, wenn er die höheren Erträge dauernd machen will. Die ganze Kunst des Landwirthes muß diesem Ziele zugewendet sein, und dann erst, wenn er seinem Boden die geeignetste Beschaffenheit gegeben hat, werden ihm stickstoffreiche Dünger die besten Dienste leisten.

Keine, auch die gerühmtesten Wirkungen eines einzelnen Düngmittels dürfen ihn veranlassen, von diesen Grundsätzen abzugehen; und er wird in dieser Weise zu einer vollkomme-

nen Bekanntschaft mit seinen Feldern gelangen und alle seine Erfolge beherrschen können; folgt er hingegen den grundsatzlosen Anpreisungen seiner Nachbaren, so wird er in seinen Handlungen zum Sklaven der gerühmten Dünger und er verfällt, wenn ihre Wirkungen endlich ausbleiben, einem willenlosen Haschen nach neuen Mitteln, was kein Ende hat und was ihm alle Ruhe und alle Befriedigung in seinem Geschäfte raubt.

Ich habe die Beziehungen der Wirkungen der Bodenbestandtheile und des Ammoniaks als Düngmittel angewendet, im Jahre 1843 in folgender Weise ausgesprochen (siehe Seite 275, fünfte Auflage meiner Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie): »Es ist hiernach vollkommen gewiß, daß wir durch Zufuhr stickstoffreicher Dünger, durch Ammoniaksalze allein die Fruchtbarkeit der Felder, ihre Ertragsfähigkeit nicht zu steigern vermögen, daß hingegen ihr Productionsvermögen in geradem Verhältniß mit den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsmitteln steigt und abnimmt.«

Zur Erläuterung habe ich folgende Sätze beigefügt, bei denen man sich erinnern muß, daß ich dreierlei Dünger im Auge hatte, nämlich Ammoniaksalz allein, Ammoniaksalze und Bodenbestandtheile, Bodenbestandtheile allein (S. 275):

1) »Fehlen die Bodenbestandtheile, so wird auch bei der reichlichsten Zufuhr von Ammoniak kein Stickstoff assimilirt. Das Ammoniak der Thierexcremente übt nur deshalb die günstige Wirkung aus, weil es darin begleitet ist von den zu seiner Assimilation nöthigen anderen Stoffen.

2) »Geben wir dem Felde diese anderen Bestandtheile mit dem Ammoniak, so wird es assimilirt.

3) »Geben wir die Bodenbestandtheile allein, so schöpft die Pflanze den Stickstoff aus der Luft.«

Um einem Zweifel in Beziehung auf die Nützlichkeit des Ammoniaks zu begegnen, schließt sich folgender Satz an (S. 275):

»Das Ammoniak beschleunigt und befördert das Wachsthum der Pflanzen auf allen Bodenarten, in welchen sich die Bedingungen seiner Assimilation vereinigt finden, es ist aber völlig wirkungslos in Beziehung auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, wenn diese Bedingungen fehlen.«

In der Besorgniß, daß man dennoch diese Sätze mißverstehen und mir die falsche Meinung unterlegen könnte, daß ich in der praktischen Landwirthschaft den Ertrag der Felder für abhängig erklärt habe von der Zufuhr der Bodenbestandtheile allein, ist S. 276 und 277 gesagt: »Zur Vermeidung von jedem Mißverständnisse muß wiederholt darauf aufmerksam gemacht werden, daß die vorangegangene Auseinandersetzung in keiner Weise mit der Wirkung des künstlich zugeführten Ammoniaks oder der Ammoniaksalze im Widerspruch steht. Das Ammoniak ist und bleibt stets die Quelle alles Stickstoffs für die Pflanzen, seine Zufuhr ist nie nachtheilig, immer nützlich, für gewisse Zwecke durchaus unentbehrlich, allein es ist für die Agricultur von der größten Wichtigkeit, mit Bestimmtheit zu wissen, daß die Zufuhr von Ammoniak für die meisten Culturgewächse unnöthig und überflüssig sei, daß der Werth eines Düngers, wie in Frankreich und Deutschland als Regel gilt, nicht beurtheilt werden darf nach seinem Stickstoffgehalte, daß er diesem Stickstoffgehalte nicht proportional ist.«

Mit Beachtung von dem, was ich in dem Capitel meines Buchs über »Dünger« S. 232, 243, 244, 245, 246, 248, 249, 250, ferner S. 69, 72, 73 über die Wirkung des darin enthaltenen Ammoniaks und dessen Nützlichkeit zur Erhöhung der Erträge gesagt habe, wird wohl kein Mann von gesunder Vernunft einen anderen Sinn in diese Sätze zu bringen vermögen.

Es ist bekannt, was Herr J. B. Lawes aus diesen einfachen und verständlichen Ansichten zu machen gewagt hat. Indem er in seinem Schlußsatze (Journal of the Roy. Agric. Soc. Vol. XII, Part I, p. 39) das Wort »Dünger« ausläßt, will er glauben machen, ich habe behauptet: »Wir können die Fruchtbarkeit unserer Felder nicht steigern durch eine Zufuhr von stickstoffhaltigen Producten oder von Ammoniaksalzen allein, sondern ihr Ertrag steigt oder fällt in geradem Verhältniß zu der Zufuhr von mineralischen Nahrungsmitteln.«

In seinem im Januar 1856 erschienenen neuen Aufsatze über einige Punkte der Agriculturchemie (Vol. XXXVI, p. 461) läßt er mich sagen:

»Indem er (Liebig) von der Zufuhr von Ammoniak spricht, sagt er, daß derselbe geradezu überflüssig sein mag, wenn der Boden eine hinlängliche Menge von mineralischen Nahrungsmitteln enthält.«

Den Satz, in welchem das Wort überflüssig vorkommt, habe ich auf Seite 45 vollständig wiedergegeben und es erhellt daraus, daß sich dieses Wort auf »meisten Culturgewächse« bezieht, und indem Herr Lawes den Vordersatz abschneidet, gelingt es ihm, demselben eine ganz allgemeine Bedeutung zu geben, an die ich nicht dachte.

Herr J. B. Lawes will durch diese Mittel glauben

machen, daß ich gelehrt habe: 1) Die Wirkung des Dungers stehe im Verhältniß zu den darin enthaltenen Mineralsubstanzen allein; 2) daß es überflüssig sei, irgend einer Culturpflanze im Dünger Ammoniak zu geben *).

---

*) Es würde wohl sehr unverständig sein, mich für die irrigen Ansichten verantwortlich zu machen, welche sich Andere von meinen Lehren gemacht haben. Daß ich niemals und zu keiner Zeit andere Ansichten hatte, als die ich in dem Vorhergehenden und in meiner kleinen Schrift »Grundsätze der Agriculturchemie« vertheidigt habe, geht wohl am überzeugendsten aus meinen Druckschriften hervor, welche gleichzeitig mit der dritten und vierten Auflage meiner Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur erschienen sind. In meinem Handbuche der organischen Chemie, 1843, ist S. 139 f. gesagt:

»Aus der Kenntniß der Nahrung, welche die Pflanzen bedürfen, entspringen einige für die Agricultur wichtige Regeln.

»1) Durch Zufuhr von verwesenden Vegetabilien wird das Wachsthum der Pflanzen beschleunigt, ihr Kohlenstoffertrag gesteigert, insofern durch sie eine Quelle von Kohlensäure gegeben wird.

»2) Durch Zufuhr von verwesenden schwefel- und stickstoffhaltigen Körpern schafft man im Boden eine Quelle von Ammoniak, welche zur Beschleunigung der Entwickelung der Pflanze und zur Vergrößerung ihrer Masse beiträgt.

»3) Da der Uebergang der Kohlensäure zu einem Bestandtheile der Pflanze vermittelt wird durch die Alkalien oder alkalischen Erden, da ferner ohne Hinzufuhr von phosphorsauren Salzen sich keine Samen bilden, so ist klar, daß mit der Zufuhr der Kohlensäure und von Ammoniak das Gedeihen der Pflanzen nur dann beschleunigt und gefördert wird, wenn die hierzu nöthigen Mineralbestandtheile gleichzeitig gegeben werden.«

Ferner in meinem Handwörterbuch der Chemie, Bd. II, S. 633 ist gesagt (das erste Heft dieses Bandes erschien im Jahre 1842, das letzte im Jahre 1848; der Artikel »Dünger«, aus welchem das Nachstehende entnommen ist, erschien im October 1847, er ist von Dr. W. Hofmann, früher in Gießen mein Assistent, verfaßt):

»Denken wir uns ein Feld, das alle Mineralbestandtheile, deren die Pflanze bedarf, in reichlichster Menge enthält, dem aber aller Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt gänzlich abgeht. Eine Aussaat Getreide wird, wenn anders Luft, Wasser und geeignete Temperatur nicht fehlen, eine reichliche Ernte liefern, allein wir werden nicht das Maximum des möglichen Ertrages gewinnen.

Herr Lawes sagt (S. 447 seiner Abhandlung von 1856): »Die Wirksamkeit der Ammoniaksalze auf die Steigerung der Producte nicht allein in unseren eigenen Versuchen, sondern als eine festgestellte Thatsache ist jetzt (im Jahre 1855 von Liebig) völlig angenommen. Und da es unmöglich war, im Angesicht nicht allein unserer eigenen besonderen Versuche, sondern einer jetzt allgemein angenommenen Erfahrung, diese Annahme zu vermeiden, wie bringt nun jetzt Baron Liebig dieses Ergebniß in Uebereinstimmung mit der Theorie, welche voraussetzt, daß der Mehrertrag proportional sei den im Boden vorhandenen löslichen Mineralsubstanzen?« In diesem Satze drückt Herr Lawes die von ihm erfundene und fälsch-

»Die Aufgabe der Cultur ist, die Production auf die äußerste Höhe zu treiben.

»Bei der kurzen Zeit, auf welche die Dauer unserer Culturpflanzen eingeschränkt ist, können wir das Maximum ihrer Ausbildung nur dadurch erreichen, daß wir ihnen zu der Kohlensäure, zu dem Ammoniak, welches sie aus der Atmosphäre schöpfen können, noch eine additionelle Zufuhr von Kohlensäure und Ammoniak in dem Boden eröffnen. Durch die in dem Erdreich zurückbleibenden Wurzeln, durch die mannigfaltigen Secretionen der vorhergehenden Pflanzengeneration sind unsere Culturfelder stets mit einer hinreichenden Menge kohlenstoffhaltiger Materien (Humus) versehen, welche bei ihrer Verwesung eine reichliche Kohlensäureatmosphäre darbieten. Es genügt also, daß wir den Stickstoff, welcher den Pflanzen in dem Ammoniak der Atmosphäre zur Verfügung steht, noch durch den Stickstoff der thierischen Excremente vermehren.

»Aus dem Gesagten erhellt, welchen Werth die thierischen Excremente für die Agricultur besitzen, da sie, richtig behandelt, unseren Aeckern alle Elemente liefern, welche nicht nur eine naturgemäße Entwickelung der Pflanzen, sondern auch noch eine künstliche Steigerung ihrer Ausbildung bedingen.«

Dies sind, so leitet der Verfasser diesen Artikel in dem Buche ein, welches meinen Namen trägt, im Wesentlichen die Ansichten, welche J. Liebig in seinem Werke »die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie, 1846« an verschiedenen Stellen über diese Gegenstände ausgesprochen hat.

licher Weise als meine Theorie in die Welt geschickte Ansicht noch deutlicher aus, und er will noch obendrein glauben machen, daß mir, welcher das Ammoniak als landwirthschaftliches Agens, so zu sagen zuerst entdeckt hat, der seine Wirkungen im Dünger auf das genaueste studirt hatte und kannte, daß mir die günstigen Wirkungen des Ammoniaks im Jahre 1843 und 1846 unbekannt gewesen wären, daß mir seine Versuche darüber die Augen erst geöffnet hätten!! Er will glauben machen, daß ich im Besonderen gerathen habe, der Weizenpflanze kein Ammoniak im Dünger zu geben, während durch einen beinahe seltsam zu nennenden Zufall die einzige Stelle in meinem Buche, wo von der Düngung einer Pflanzengattung im Besonderen die Rede ist, sich auf die Nützlichkeit der Ammoniakdüngung für die Körnerfrüchte bezieht (S. 174 meines Buches und S. 57 meiner Grundsätze der Agriculturchemie).

Ich kann nicht läugnen, daß man in Deutschland wissenschaftliche Werke mit ebenso großer Leichtfertigkeit und Oberflächlichkeit liest und studirt wie in anderen Ländern, allein dergleichen Dinge würde man in Deutschland dennoch nicht wagen dem Publicum zu bieten.

Für meinen Theil habe ich persönlich an den Fragen, die sich an den Streit mit Herrn Lawes knüpfen, nicht das geringste Interesse; bei den Chemikern und Naturforschern, auf deren Urtheil ich allein Werth lege, gewinne ich nichts, wenn meine Ansichten die Oberhand behalten, und ich verliere bei ihnen nichts, wenn die des Herrn J. B. Lawes von den Landwirthen beibehalten werden, denn bei den Chemikern und Naturforschern sind die Ansichten, welche ich vertheidige, als Naturgesetze anerkannt, und sie sind vollkommen gleichgültig über den Ausgang eines Streites, der ihr Ge-

biet nicht weiter berührt und für den sie deshalb kein Interesse haben.

Wenn ich in die Schranken für die Wahrheit der Naturgesetze trete, die man meine Theorie zu nennen, mir die unverdiente Ehre erzeigt hat, so geschieht es um einer großen Sache willen.

Es handelt sich hier nicht darum, ob das Aldehyd das Hydrat eines organischen Oxyds sei, oder ob das Mellon 12 oder 13 Aequivalente Stickstoff in einem Atom enthalte, sondern um weit wichtigere, tief in den Wohlstand, das Gedeihen und den materiellen Fortschritt der Nationen eingreifende Fragen.

Die wahre, auf Naturgesetze begründete Theorie in der Landwirthschaft muß den Landwirth, der sie fest und unverrückt im Auge behält, befähigen, eine größere Menge von Korn und Fleisch dauernd und ohne Erschöpfung auf seinen Feldern und auf die ökonomischste Weise für ihn zu erzeugen.

Eine falsche Theorie führt den Landwirth nie an dies Ziel, weil sie ihn auf Irrwege leitet, die ihn stets davon wieder ablenken.

Ich habe meine Theorien in der chemischen Wissenschaft gleich Kindern behandelt, die man in die Welt schickt und in der Schule des Lebens sich erproben läßt, ohne mich weiter um sie zu bekümmern. Meiner Theorie der organischen Radicale hatten die französischen Chemiker Todesstöße versetzt und aus allen Stätten verjagt, ich habe keinen Finger dafür geregt. Meine Theorien der Nahrungsmittel, der Fettbildung, der Fäulniß, Gährung und Verwesung, des Blutlaugensalzes, des Respirationsprocesses haben das nämliche Schicksal gehabt, es ist mir nicht eingefallen, ein einziges Wort zu ihrer Vertheidigung zu sagen. Denn ich aner-

kenne eines Jeden Recht, über dergleichen Vorgänge in der Natur seine eigenen Gedanken zu haben. Wenn diese Theorien falsch und irrig waren, so war es nicht der Mühe werth, sie aufrecht zu erhalten, und wenn in ihnen Wahrheit lag, so mußten sie, dessen war ich ganz gewiß, ihren Platz behaupten, denn die Wahrheit ist gleich den Strahlen der Sonne, vor welchen zuletzt alles Gewölk verschwindet. Alle diese Theorien sind in ihren Fundamenten heute in der Wissenschaft anerkannt, nachdem man glaubte, manche davon bis auf den Namen vertilgt und begraben zu haben; und dies alles, ohne daß ich mich jemals in einen Streit darüber eingelassen habe.

Wenn ich im vorigen Jahre, zum ersten Male seit zehn Jahren, den Streit mit Herrn Lawes aufnahm, den ich nicht begonnen habe, so wird man mir wohl glauben, daß es mir nicht um den eitlen Vortheil galt, Recht zu behalten, sondern weil ich in diesem Streite die wichtigsten Interessen der Menschheit und des Staates betheiligt sehe, weil die Frage, zu wissen, welcher Weg der beste sei, um die Bedürfnisse der stets anwachsenden Population zu befriedigen, gelöst werden muß, weil das Einkommen und Vermögen des wichtigsten, nämlich des grundbesitzenden Theils der Bewohner des Landes durch richtige Grundsätze in der Cultur des Bodens gehoben und durch falsche Grundsätze gefährdet werden muß.

Es haben Millionen Menschen seit Jahrtausenden geglaubt und Millionen glauben es noch, daß die Sonne sich um die Erde bewege, weil der Augenschein dafür spricht.

In gleicher Weise haben Tausende von Landwirthen geglaubt und Tausende glauben es noch, weil der Augenschein dafür spricht, daß sich alle Interessen der praktischen Agri-

cultur um den »Stickstoff« bewegen, und demnach ist diese Ansicht niemals wissenschaftlich begründet worden, noch wird sie jemals wissenschaftlich begründet werden können, weil aller Fortschritt und alle Verbesserungen in der Landwirthschaft sich um den »Boden« bewegen.

Seit einem Jahrhundert hat die europäische Landwirthschaft die größten und bewundernswürdigsten Fortschritte gemacht, es gelang ihr, dem Boden im Verhältniß zur wachsenden Bevölkerung die Mittel zu deren Bestehen in demselben, ja in einem weit größeren Maße abzugewinnen; wir haben höhere Preise und Jahre des Mangels gehabt, aber von den Hungersnöthen der früheren Jahrhunderte weiß die moderne Zeit nichts mehr. Eine Menge Ursachen der Ausgleichung durch den Handel und Verkehr der Völker haben dabei günstig mitgewirkt, aber alle zusammengenommen würden den Ausfall nicht ausgeglichen haben, wenn es der Landwirthschaft nicht gelungen wäre, von derselben Bodenfläche mehr Korn und Fleisch zu gewinnen, als dies früher geschah. Und diese großen Fortschritte beruhten auf der geschickteren Benutzung der einheimischen Düngmittel, auf der Bekanntschaft mit dem Nutzen einer gewissen Aufeinanderfolge und auf der Einführung neuer Culturpflanzen, und zuletzt auf der Verbesserung der Felder durch mechanische und chemische Mittel.

Durch diese Vervollkommnung der landwirthschaftlichen Kunst, des richtigeren und ökonomischeren Betriebes gelangte man dahin, ohne es bewußt zu werden, die in der Atmosphäre enthaltenen Nahrungsstoffe in reichlicherer Menge den Feldern zufließen zu machen und in der Form von Feldfrüchten auf ihrer Oberfläche zu verdichten. Diese Kunst hat ein Ende, wenn der Landwirth, von unwissenden, unwissenschaftlichen und blödsichtigen Lehrern verleitet, alle seine Hoffnungen

auf Universalmittel setzt, die es in der Natur nicht giebt, wenn er, von vorübergehenden Erfolgen geblendet, sich auf ihre Anwendung verläßt, den Boden darüber vergißt und dessen Werth und Einfluß aus den Augen verliert.

Es ist vollkommen thöricht, zu glauben, daß die Mittel, welche die landwirthschaftliche Kunst seit einem Jahrhundert mit einem so auffallenden Erfolg angewendet hat, um die Erträge der Felder zu steigern und um die natürlichen Quellen der Nahrung der Gewächse wirksamer in der Zeit zu machen, völlig erschöpft sind, und daß das Heil der Landwirthschaft in der Einfuhr von stickstoffreichen Düngmitteln aus fremden Ländern und Welttheilen allein gesucht werden müsse. Diesen Glauben kann man dem empirischen Landwirth verzeihen, der naturgemäß nur seinen gegenwärtigen Gewinn vor Augen hat; allein die wahrhaft wissenschaftliche Landwirthschaft muß die Zukunft der Landwirthschaft vor Augen haben und sich um die Lösung weit wichtigerer Aufgaben als um die Verbreitung eines Düngmittels bemühen.

Von Seiten der praktischen Landwirthschaft beruht die Beurtheilung der Vortheilhaftigkeit der Anwendung von Ammoniak und Ammoniaksalzen und der salpetersauren Salze auf folgenden zwei Gesichtspunkten.

Der Pächter, welcher ein Gut bewirthschaftet, welches nicht sein bleibendes Eigenthum ist, hat das größte Interesse, seinen Feldern in seiner Pachtzeit den möglichst hohen Ertrag abzugewinnen; der Zustand, in welchem er sie seinem Nachfolger hinterläßt, ist nicht Gegenstand seiner Sorge.

Für diesen Pächter sind Ammoniaksalze und sehr stickstoffreiche Dünger, welche er von außen

zuführt, die besten und vortheilhaftesten Düngmittel.

Der Besitzer der Felder hat hingegen das größte Interesse, daß seine Felder in dem fruchtbaren Zustande bleiben, in welchem er sie seinem Pächter übergeben hat.

Für den Grundbesitzer wird durch die Anwendung der stickstoffreichen Düngmittel von Seiten seiner Pächter der Ruin seiner Felder angebahnt; je mehr an wirksamen Bodenbestandtheilen durch denselben in den Ernten dem Boden entzogen und je weniger davon durch die künstlichen Dünger wieder ersetzt worden ist, desto rascher nimmt durch dies System der Aussaugung sein Bodencapital am Werth ab.

Wie bei dem Menschen und arbeitenden Pferde steht die Erschöpfung im geraden Verhältniß zur geleisteten Arbeit. Durch die richtig gewählte Nahrung wird in dem Menschen wie in dem Thiere die Fähigkeit wiederhergestellt, am nächsten Tage die nämliche Arbeit wie am vorhergehenden zu verrichten. Ein jedes Mißverhältniß in den Bestandtheilen der Nahrung bedingt ein Mißverhältniß in der erzeugten Kraft und bringt zuletzt einen Krankheitszustand hervor.

Der Dünger, den wir auf die Felder bringen, verhält sich zu den Pflanzen, welche darauf cultivirt werden sollen, wie das Fleisch und Brot zum Menschen, wie das Heu und der Hafer zum Pferde. Durch die richtig gewählte Nahrung der Pflanzen befähigen wir den Acker, im nächsten Jahre die nämlichen Producte zu erzeugen wie im vorhergehenden. Ein unrichtiges Verhältniß in den Elementen des Düngers ändert und stört in kürzerer oder längerer Zeit die Fruchtbarkeit des Feldes.

Darum weil die Landwirthe dieses Naturgesetz nicht kannten oder in seiner ganzen Strenge nicht im Auge behalten,

machten und machen sie so unzählige vergebliche Experimente! Heutzutage ist der Stickstoff und der Phosphor die Universalarznei, mit denen sie die krank gemachten Aecker gesund machen wollen!

Ich bin der Ansicht, daß man einen freien und unbegrenzten Gebrauch von Guano und Ammoniaksalzen für den Getreidebau gestatten kann, wenn mit jedem Centner Guano gleichzeitig eine entsprechende Menge Holzasche (von hartem Holze), mit jedem Centner schwefelsaurem Ammoniak, Holzasche und ein Centner phosphorsaurer Kalk den Feldern gegeben wird.

Es gehört ein Uebermaß von Anmaßung dazu, die Landwirthe glauben zu machen, daß alle Felder eines großen Landes nur Mangel an Phosphor und Stickstoff, daß sie an allen übrigen Bestandtheilen, welche für die Cultur der Gewächse unentbehrlich sind, Ueberfluß hätten, und es gehört ein eben so großes Uebermaß von Unwissenheit und Leichtgläubigkeit dazu, eine solche Behauptung, für welche alle thatsächlichen Beweise fehlen, für wahr zu halten; Thatsache ist, daß nicht Tausende, sondern Hunderttausende von Feldern sich in der Beschaffenheit der Felder des Herrn Schattenmann befinden, deren Ertrag an Korn durch Düngung mit Ammoniaksalzen allein, anstatt zuzunehmen, abnimmt.

Je höher der Ertrag der Felder durch die Anwendung von künstlichen Düngmitteln ist, welche nicht alle nothwendigen Elemente ersetzen, desto häufiger wird der Landwirth Gebrauch davon machen. Die Erzeugung des Stalldüngers, durch welchen die dadurch herbeigeführten Mißverhältnisse in der Beschaffenheit des Bodens theilweise ausgeglichen werden könnten, wird sich in demselben Grade vermindern;

eine Menge Landwirthe werden, freilich nur eine Zeitlang, glauben, darauf ganz verzichten zu dürfen.

Ich hege die Hoffnung, daß vielleicht unter tausend Landwirthen einer und der andere sich durch die einfache Betrachtung, daß es seinen Feldern keinen Schaden bringen wird, bewogen finden werde, meinen Rath zu befolgen, und ich bin dann gewiß, daß sie in wenig Jahren die Nützlichkeit dieses Rathes anerkennen werden. Die hohen Erträge werden durch den vollständigen Ersatz aller Mineralbestandtheile vielleicht nicht höher, sie werden aber jedenfalls dauernd gemacht werden. Erst wenn durch sie das Gesetz der Fruchtbarkeit in der Zeit zum Bewußtsein der Landwirthe gebracht sein wird, erst dann werden wir zu einer rationellen Landwirthschaft gelangen.

Das Endergebniß meiner Untersuchungen über die Ernährung der Gewächse war, daß der organische Dünger durch seine Bestandtheile wirke und daß er ersetzbar sein müsse durch diese Bestandtheile (S. 177).

Ein wahrer Fortschritt in der Agricultur schien mir nur möglich zu sein durch eine Emancipation vom Stalldünger, dessen Werth ich richtiger vielleicht, als irgend ein Anderer vor mir, zu beurtheilen wußte und zur Anerkennung brachte.

Als die Aufgabe unserer Zeit betrachtete ich die Anwendung vom künstlichen Dünger, welcher alle wirksamen Bestandtheile des Stalldüngers in sich einschloß.

Ueber die Grundsätze der Zubereitung der künstlichen Dünger habe ich mich in zwei kleinen Schriften: »An adress to the agriculturists of Great Britain, explaining the principles and use of artificial manures;« — ferner: »On artificial manures. Liver-

pool 1845,« wie folgt, ausgesprochen, die in England und Deutschland damals verbreitet wurden.

»Wenn die Fruchtbarkeit des Bodens von gewissen Mineralsubstanzen bedingt ist, wenn die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit der erschöpften Felder durch Menschen- und Thierexcremente auf ihrem Gehalte an eben diesen Materien, wenn die beschleunigende Wirkung dieser Dünger auf ihrem Gehalte an Ammoniak beruht, so ist klar, daß wir dieselben nur dann entbehren können, wenn wir alle darin enthaltenen wirksamen Bestandtheile genau in denjenigen Verhältnissen und in der zur Aufnahme in den Pflanzenorganismus geeignetsten Form geben, in welchen sie im fruchtbarsten Boden oder in dem wirksamsten Dünger enthalten sind.«

»Was wir nach dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft bereits über die Wirkung eines jeden Düngerbestandtheils wissen, muß Jedermann überzeugen, daß es gleichgültig für die Pflanzen ist, aus welcher Quelle sie stammen. Der löslich gemachte fossile Apatit aus Spanien, das Kali aus dem Feldspath, das Ammoniak aus dem Steinkohlengas müssen die nämlichen Wirkungen auf das Pflanzenleben äußern, wie die Knochenerde oder das Kali oder das Ammoniak, was wir im Stalldünger geben.«

»Wir leben in einer Zeit, wo dieser Schluß einer umfassenden und gründlichen Prüfung unterworfen werden muß, und wenn das Resultat den Erwartungen entspricht, die man zu machen berechtigt ist, wenn die animalischen Excremente durch ihre wirksamen Bestandtheile ersetzbar sind, so wird eine neue Aera für die Landwirthschaft beginnen« (S. 10).

Auf den Wunsch einiger Freunde entschloß ich mich im Jahre 1845 zu dem Versuche, diese Ansichten verwirklichen zu helfen. Ich theilte ihnen eine Reihe von Vorschriften

zur Darstellung künstlicher Dünger für verschiedene Culturgewächse mit, deren Zusammensetzung auf die Analyse ihrer Asche begründet, und in welcher alle organischen Substanzen ausgeschlossen waren. Der zur Steigerung der Erträge nöthige Stickstoff sollte denselben in der Form von Ammoniaksalzen beigegeben werden.

In meiner Schrift »über künstliche Dünger« ist S. 26 gesagt: »Ammoniaksalze. Man kann es als gewiß betrachten, daß der Stickstoff der Gewächse entweder von dem Ammoniak der Atmosphäre oder des Düngers stammt, welcher dem Felde in der Form von festen und flüssigen Excrementen gegeben wird, daß stickstoffhaltige Verbindungen nur insofern eine Wirkung auf das Wachsthum der Pflanzen ausüben, als ihr Stickstoff in den Processen der Fäulniß und Verwesung in der Form von Ammoniak frei gemacht wird. Wir mögen deshalb mit Vortheil alle stickstoffhaltigen Stoffe durch Ammoniaksalze vertreten können.«

Nach dieser Theorie sollten demnach die künstlichen Dünger die Aschenbestandtheile der zu cultivirenden Gewächse und eine gewisse, deren Bedarf entsprechende Menge Stickstoff in der Form von Ammoniaksalzen enthalten.

Seite 21 meiner »Adress« ist gesagt:

»Aller Dünger, welcher zu dem Gebrauch für nächsten Winter bestimmt ist, enthält eine dem Stickstoffgehalte der zu erzielenden Feldfrüchte entsprechende Menge Ammoniak; Versuche, mit denen ich soeben beschäftigt bin, werden zeigen, ob in Zukunft der Preis dieser Dünger nicht sehr ermäßigt werden kann durch Ausschließung von der ganzen Menge oder von einem Theil des Ammoniaks. Ich glaube, daß dies der Fall sein

darf für manche Pflanzen, für Klee und für alle sehr blattreiche Gewächse, für Erbsen und Bohnen, aber meine Versuche sind noch nicht so weit vorangeschritten, um diese Thatsachen mit Sicherheit zu beweisen.«

Der Beweis, daß diese Dünger Ammoniak als Bestandtheil enthielten, ist vollständig und unwidersprechlich durch das Zeugniß des Herrn J. B. Lawes geführt, durch welchen die wirkliche Anwesenheit des Ammoniaks in diesen Düngern beglaubigt wird; er sagt (Journ. of the Roy. Agr. Soc. Vol. VIII, p. 21), daß er das Ammoniak deutlich durch den Geruch wahrgenommen habe.

Wenn nach diesen unzweifelhaften Thatsachen ein Mann von Ehre behauptet und glauben machen will, daß diese Dünger nur die Aschenbestandtheile der Gewächse enthalten haben sollten und enthalten hätten, und daß das Ammoniak darin ausgeschlossen gewesen sei, so läßt sich dies nur einem intellectuellen Krankheitszustande beimessen, für welchen ein geschickter Arzt vielleicht, aber weder die Logik noch die gesunde Vernunft ein Heilmittel besitzt.

Ich gestehe gern, daß die Anwendung dieser Dünger auf Voraussetzungen gebaut war, die in der Wirklichkeit nicht existirten.

Diese Dünger bezweckten eine gänzliche Revolution in der Landwirthschaft.

Der Stalldünger sollte gänzlich ausgeschlossen und alle in den Ernten hinweggenommenen Mineralbestandtheile durch den Mineraldünger ersetzt werden.

Die gewöhnlichen Rotationen sollten aufhören.

Es sollte die Frage gelöst werden, welche unter den

Culturpflanzen Ammoniak im Dünger nöthig haben, und welche es entbehren können.

Der Dünger sollte das Mittel darbieten, auf einem und demselben Felde, ohne Aufhören und ohne Erschöpfung, dieselbe Pflanze, Klee, Weizen u. s. w., nach dem Willen und Bedürfniß des Landwirthes zu bauen.

Ich bin gewiß, daß diese Dünger in ihrer Form und Löslichkeit große Mängel hatten und einer bedeutenden Verbesserung fähig sind, aber ich glaube nicht, daß die Grundsätze, auf welchen ihre Zusammensetzung beruht, zu irgend einer Zeit falsch oder unrichtig befunden werden dürften.

Es war jedenfalls eine unglückliche Idee, vorauszusetzen, daß die Zwecke, zu deren Verwirklichung diese Dünger dienen sollten, vor 11 Jahren von den Landwirthen in ihrer ganzen Bedeutung erfaßt und einer gründlichen Prüfung unterworfen werden würden, und ebenso thöricht, zu einem solchen Unternehmen aufzufordern, ohne alle Aussicht, demselben die Zeit und Kraft, welche zu dessen Durchführung erforderlich waren, widmen zu können.

Im Jahre 1847 erschien (Journ. of the Roy. Agr. Soc. of E. Vol. VIII, p. 1) die erste agricultur-chemische Abhandlung des Herrn J. B. Lawes mit dem schönen Motto im Eingange: Praxis mit Wissenschaft, in welcher er jene Anzahl von Versuchen beschreibt, aus welchen nach seiner Meinung hervorging, daß der nach meinen Vorschriften dargestellte Weizendünger wirkungslos gewesen sei und keinen Werth für die praktische Landwirthschaft besitze. Anstatt sich aber auf die Thatsache zu beschränken, daß der erwähnte Weizendünger den Erwartungen, die er sich von seiner Wirkung gemacht, nicht entsprochen habe, glaubte er durch seine Versuche

den Beweis geführt zu haben, daß meine Theorie falsch sei und verworfen werden müsse. Er sagt S. 22: »Die von Liebig aufgestellte Theorie, daß der Ertrag eines Feldes steigt und fällt in genauem Verhältniß zu der Zunahme oder Abnahme der in dem Dünger zugeführten Mineralsubstanzen, ist so ernstlich berechnet, den Landwirth irre zu führen, daß es von hoher Wichtigkeit ist, ihre Trüglichkeit allgemein bekannt zu machen. Die Verachtung, welche der praktische Landwirth für die Wissenschaft der Agriculturchemie fühlt, beruht auf den Irrthümern, welche von den Lehrern derselben begonnen worden sind.«

Die von J. B. Lawes damals angestellten Versuche waren nur mit dem nach meiner Vorschrift dargestellten Weizendünger und mit keinem der anderen Dünger für andere Culturgewächse angestellt; es schien mir, daß es ihm mehr darum zu thun gewesen sei, diesen Weizendünger unwirksam zu finden, als meine Theorie zu prüfen, was bei dieser Art von Versuchen so häufig der Fall ist, und da ich wahrnahm, daß weder der praktische Mann noch sein wissenschaftlicher Gehülfe (Gilbert) mein Buch gelesen oder verstanden hatten, so nahm ich viele Jahre keine weitere Notiz von ihren Einwürfen. Das Stadium des Widerstandes und des Mißverstehens aus Unwissenheit muß wohl eine jede neue Theorie durchmachen, und daß die meinige in dieser Beziehung keinen besonderen Vorzug genossen hatte, wurde ich zuerst vor etwa zwei Jahren gewahr, wo ich zu meinem nicht geringen Erstaunen erfuhr, daß man aus meiner Theorie einen Strohmann gemacht hatte, den man durch einen anderen Strohmann, genannt Stickstofftheorie, bekämpfen ließ. Es war dies das Werk der Herren Lawes und Gilbert,

und da deren Ansichten in Deutschland eifrige Vertreter gefunden hatten, so schien es mir an der Zeit und eine Pflicht zu sein, ihre Irrthümer, sowie die Wahrheit an das Licht zu bringen.

Die Wege, auf welchen die Herren Lawes und Gilbert zu den Beweisen gelangt sind, daß meine Lehre falsch sei und in der praktischen Landwirthschaft keine Anwendung finden könne, sind ganz ungewöhnlicher Art und dürften sicherlich in der Geschichte der Landwirthschaft als eine historische Merkwürdigkeit angesehen werden.

Ich hatte gelehrt: daß die Nahrung aller Gewächse gänzlich aus unorganischen Materien bestehe.

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind unorganische Verbindungen; vom Wasser stammt der Wasserstoff, von der Kohlensäure der Kohlenstoff, von dem Ammoniak stammt der Stickstoff der Gewächse.

Organische Materien sind Theile und Ueberreste von Pflanzen und Thieren.

Organische Dünger sind Dünger, welche Theile von Pflanzen und Thieren enthalten.

Unorganische Dünger sind Dünger, von welchen Theile und Ueberreste von Pflanzen und Thieren ausgeschlossen sind.

Mit diesen Fundamentalsätzen stand, wie man sich wohl denken kann, jeder andere Satz und jeder Gedanke in meinem Buche im engsten Zusammenhange, und der Prüfung meiner Lehre mußte nothwendig die Prüfung dieser Grundsätze vorausgehen.

Was that nun Herr J. B. Lawes? Er machte sich

eine ganz eigene Theorie, welche in ihrer Grundlage der gerade Gegensatz meiner Ansichten ist, er sagte (Journ. of the Roy. Agr. Soc. Vol. VIII, p. 16)*):

»Organische Dünger sind solche, welche der Pflanze durch Zersetzung oder auf andere Weise organischen Stoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff oder Stickstoff zu liefern vermögen.«

»Unorganische Dünger sind solche Substanzen, welche die Mineralsubstanzen enthalten, aus welchen die Asche der Gewächse besteht.«

Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Ammoniaksalze sind hiernach keine Mineralsubstanzen. Mineraldünger ist Dünger, welcher nur die Aschenbestandtheile der Gewächse enthält.

Es mag wohl Jedermann gestattet sein, sich seine eigenen Ansichten über eine wissenschaftliche Lehre zu machen, und es konnte Herr Lawes nicht gehindert werden, das Ammoniak im Widerspruch mit den Lehren der Chemie zu den organischen Materien zu rechnen; allein es war ebenso unerlaubt wie widersinnig, zu behaupten, daß seine Definition von Dünger meine Definition sei und daß diese seine Ansichten von meiner Lehre meine Ansichten gewesen seien, wie dies aus seiner neuesten Schrift hervorgeht. Die Widerlegung meiner Lehre wurde jetzt zu einer leichten Aufgabe.

Wenn ich davon sprach, daß aller Fortschritt in der Landwirthschaft davon abhänge, den Stalldünger durch seine

*) Organic manures are those which are capable of yielding to the plant by decomposition or otherwise organic matter carbon, hydrogen, oxigen, nitrogen.

Inorganic manure are those substances which contain the mineral ingredients of which the ashes of plants is found to consist.

wirksamen unorganischen Bestandtheile zu ersetzen, so bewies Herr Lawes, auf seine eigenen falschen Definitionen gestützt, daß ich behauptet habe, man solle das Ammoniak im Dünger ausschließen, denn Ammoniak sei ja eine organische Verbindung!!

Und als ich in meiner kleinen Schrift (»Grundsätze« S. 90) davon sprach, daß seine (des Herrn Lawes) Versuche den Beweis in sich einschlössen, daß der Stalldünger (der organische Dünger) in seiner ganzen Wirkung ersetzt werden könne durch Mineralsubstanzen, denn schwefelsaurer Ammoniak und Salmiak seien Mineralsubstanzen, so erwidert er hierauf:

»So werden denn »Ammoniaksalze« schwefelsaures Ammoniak und Salmiak jetzt zu den Mineraldüngern gerechnet! Dies heißt der ganzen Frage den Boden nehmen! Aber ein so durchsichtiger Kunstgriff würde der Erwähnung kaum würdig sein, wäre er lediglich an den wissenschaftlichen Leser gerichtet *).«

Und da ich in meiner kleinen Schrift Kohlensäure, Ammoniak und die Aschenbestandtheile der Gewächse als Gegensätze im Sinne von Luft- und Bodenbestandtheilen, wie dies in meinem Buche geschah, gebraucht, was in der Erklärung nicht vermieden werden konnte, so wagt Herr Lawes (S. 448) glauben zu machen, daß ich beide als Gegensätze in seinem Sinne, das Ammoniak als einen organischen Stoff

---

*) Thus then »ammoniacal sals« sulphate of ammonia and sal-ammoniac are to be classed as mineral manures! This is indeed begging the whole question! But a manoeuvre so transparent as this would not even require notice, were it only adressed to the scientific reader (On some points Journal Vol. XVI, p. 447)!!

angesehen hätte, was von meinem Standpunkte aus eine bare Unmöglichkeit gewesen ist, und er nennt meine Auseinandersetzung eine »List!!« »Die List,« sagt er, »ist nicht ganz ohne Erfolg gewesen.« (S. 448).

Nachdem also Herr Lawes meine Fundamentalsätze in Unwahrheit verkehrt, und durch den Gebrauch, den er davon seit 9 Jahren in öffentlichen Versammlungen, public dinners, und in seinen Schriften gemacht, sicher zu sein glaubte, daß die Landwirthe seine Unwahrheit für Wahrheit halten würden, tritt dieser Mann mir entgegen und behauptet, daß die Sprache der Wissenschaft eine »Lüge« sei!! Eine solche Beweisführung ist sicherlich in wissenschaftlichen Schriften noch nicht vorgekommen.

Was in diesem so höchst unwissenschaftlichen Streite am meisten in Verwunderung setzt, ist der Umstand, daß eine ganze Anzahl deutscher landwirthschaftlicher Schriftsteller die mir von Herrn Lawes octroyirte Theorie, sowie seine Definitionen des Düngers ohne weitere Prüfung als meine Theorie betrachtet und eine Reihe von Jahren hindurch behauptet haben, daß ich unter unorganischem oder »Mineraldünger« ausschließlich nur die Aschenbestandtheile der Gewächse verstanden habe, und viele dieser Männer sind Chemiker, deren Beruf es hätte sein sollen, im wohlverstandenen Interesse der Landwirthschaft die Vermittelung wissenschaftlicher Wahrheiten auf sich zu nehmen, anstatt die Lobredner irriger Erklärungen von Thatsachen und unbegründeter Hypothesen abzugeben. Daß sie die Ansichten des Herrn J. B. Lawes über das Verhältniß der praktischen Landwirthschaft zur Theorie zu den ihrigen gemacht, dies ist eine Sache, über die ich kein Recht habe, ihnen einen Vorwurf zu machen; allein es ist doch ein hoher Grad von Leichtfer-

tigkeit und Ungründlichkeit, daß Verfasser von landwirthschaftlichen Werken, die sich das Recht zusprechen, über meine Theorie ein Urtheil abzugeben, englische Journale und nicht meine Schriften als die ächten Quellen derselben angesehen haben.

Die Geschichte des Streites mit Herrn Lawes bietet eine Menge höchst eigenthümlicher Zwischenfälle dar. Vor etwa zwei oder drei Jahren besuchte mich in München Herr Dr. Gilbert, früher mein Schüler und jetzt der wissenschaftliche Gehülfe des Herrn Lawes, und er versicherte mich mündlich, daß seine sowohl wie die Ansichten des Herrn Lawes im Grunde von den meinigen nicht abwichen und daß dieselben nur von Herrn Pusey nicht ganz richtig aufgefaßt worden seien.

In der That giebt es kaum einen schlagenderen Beweis für die Wahrheit meiner Lehre, daß man in der praktischen Landwirthschaft vor allem Anderen dafür besorgt sein müsse, die in den Ernten hinweggenommenen Bodenbestandtheile dem Felde wieder zu ersetzen, wenn man die Dauer der Fruchtbarkeit erhalten will, als die Aeußerungen in seiner neuesten Schrift, mit welchen er einigen meiner Einwürfe zu begegnen sucht.

Ich hatte in meinem Buche einen besonderen Nachdruck darauf gelegt, daß das Ammoniak für sich keine Wirkungen hervorzubringen vermöge, und zwar stets mit dem Beisatz, daß es sehr günstig wirke, wenn es begleitet sei von den Mineralsubstanzen, die seine Aufnahme in den Pflanzen vermitteln.

Diesem Grundsatze entgegen, behauptete Herr Lawes in einer Menge von Stellen seiner Schriften, daß das Ammoniak für sich (alone) und Ammoniaksalze für sich, eine mächtige Wirkung auf die Erhöhung der Erträge ausübten, ohne an irgend einer dieser Stellen auf die nothwendigen

Bedingungen seiner Wirksamkeit hinzuweisen; denn, hätte er dies gethan, wie wäre es möglich gewesen, eine solche Behauptung als einen Widerspruch mir entgegenzusetzen.

In gleicher Weise sprach er sich ganz unbedingt darüber aus, daß stickstoffhaltige Dünger vorzüglich geeignet seien für die Cultur der Weizenpflanze.

Auf meine Einwürfe in meinen »Grundsätzen«, daß Herr Lawes die nothwendigen Vorbedingungen für die Wirksamkeit des Ammoniaks gänzlich unberücksichtigt gelassen habe, entgegnet er (S. 452):

»Um diesen willkürlichen Behauptungen von einer solchen Seite (quarter) zu begegnen, ist es nothwendig zu wiederholen, daß alle unsere Empfehlungen des (Ammoniaks) für den Landwirth in diesen Betracht, wie wiederholt und ausführlich auseinandergesetzt worden ist, sich auf die Landwirthschaft, wie sie im Allgemeinen in diesem Lande in Ausübung ist, das ist auf die Landwirthschaft, wie sie ist, sich bezieht, nämlich auf »vorhergehende Bedingungen«, welche wir vorausgesetzt haben, zu sein ein »cultivirter Boden« und ein »Wechsel der Gewächse«.

Kein Mensch auf der Welt wird wohl aus diesem Satze entnehmen können, was Herr Lawes unter »cultivirtem Boden« und »Wechsel der Gewächse« gesagt haben will; er meint damit nicht, daß das Ammoniak keine Wirkung habe auf einem uncultivirten Boden und auf welchem kein Wechsel der Gewächse stattgefunden habe, sondern er erläutert denselben auf folgende bemerkenswerthe Weise:

»Und was schließt ein Fruchtwechsel in diesem Lande ein? Er schließt ein die Cultur von Wurzel- und anderen Brachgewächsen; die Cultur von diesen schließt ein die Füt-

terung von Thieren auf dem Gute, die Fütterung von Thieren schließt ein die Erzeugung von Hofdünger, und die Erzeugung von Hofdünger schließt ein die »vorangehenden Bedingungen« eines periodischen Ersatzes aus den Hülfsquellen des eigenen Gutes, eines reichlichen Verhältnisses der Mineralbestandtheile, welche in den Ernten dem Boden entzogen worden waren. In alles dies sind wir im Einzelnen wieder und wieder eingegangen und ebensowohl auf die Annahme, daß Rücksicht genommen werden müsse, wenn nöthig, auf die Einfuhr einer gewissen Quantität von Bestandtheilen.«

Wir wissen jetzt, was Herr Lawes unter einem »cultivirten Boden«, unter »Fruchtwechsel« und unter »Agricultur« versteht; er meint, daß darunter begriffen sei der vollständige Ersatz der in den Ernten hinweggenommenen Bodenbestandtheile, soweit der Hausdünger reiche, durch diesen, und was daran mangele, durch Zufuhr und Ergänzung von außen.

Die deutschen Landwirthe und landwirthschaftlichen Schriftsteller mögen hieraus entnehmen, in wie weit Herr Lawes durch zehnjährige Versuche dahin gelangt ist, meine Theorie zu widerlegen und darzuthun, daß dieselbe in der Praxis nicht anwendbar sei!! Die Anwendung des Ammoniaks setze im Boden voraus den vollen zu einer Ernte nöthigen Gehalt und Ersatz an Mineralbestandtheilen!! Daß die Praxis und nicht die Theorie in den besonderen Fällen den Weg anzugeben habe, auf welchem dieser Ersatz zu bewerkstelligen sei, versteht sich von selbst.

Auf meiner Reise in England in vorigen Herbste er-

hielt ich ganz unerwartete Aufschlüsse über die nächste Veranlassung der Versuche des Herrn Lawes. Wie mir Herr Professor Miller (King's College) in London mittheilte, der in dieser Sache als wissenschaftlicher Beistand mitwirkte, versuchte Herr J. B. Lawes, welcher eine Fabrik von Kunstdünger errichtet hatte, damals ein Monopol für die Fabrikation des schwefelsauren Knochendüngers (superphosphate of lime) zu erlangen, was ihm zum Vortheil der englischen Landwirthschaft durch mein Buch, in dessen dritter Auflage (1843) die Beschreibung desselben enthalten war, mißglückte. Wäre es ihm gelungen, sich den Besitz dieser mächtigen Fabrikation zu sichern, ich glaube, er hätte mich und meine Theorie für immer in Ruhe gelassen.

Nicht die wissenschaftliche Prüfung meiner Theorie, sondern der in seiner Lage natürliche Wunsch, die nach meinen Vorschriften dargestellten Dünger möglicherweise von der Concurrenz mit den seinigen auszuschließen, veranlaßten ihn zu seinen ersten Versuchen.

Die Prüfung der Wirksamkeit der nach meinen Vorschriften dargestellten Fabrikate nannte er eine Prüfung der Richtigkeit meiner Theorie; die Thatsachen, welche zeigten, daß die Erträge seiner Versuchsfelder durch diese Dünger nicht stiegen, nannte er Beweise; sie bewiesen nach ihm, daß die Düngung mit den Bodenbestandtheilen des Weizens keine Wirkung hatte, und er schloß daraus, daß deren Zufuhr von außen für seine und die englischen Felder ohne Nutzen sei.

Und da diese Fabrikate die Aschenbestandtheile der Weizenpflanze in der Quantität, wie sie eine Weizenernte bedarf, und in den Verhältnissen enthielten, wie sie die Analyse der Asche der Weizenpflanze ergeben hatte, so behauptete

er, seine mißglückten Experimente mit diesen Düngern seien Beweise, daß die einzige wissenschaftliche Grundlage zur Beurtheilung eines Düngers, nämlich dessen chemische Zusammensetzung, eine falsche sei und in der Praxis sich nicht bewährt habe.

Und er zeigte sodann, was seine Praxis sei; diese Praxis bestand darin, daß er sich und nicht den Pflanzen das Recht einräumte, in Beziehung auf ihre Ernährung ein Wort mitzusprechen. Nicht diejenigen Elemente und in demjenigen Verhältnisse, wie sie die Pflanze aus dem Boden auswählt, sollten nach seiner Praxis den Feldern gegeben werden, sondern mit rein erdachten, in chemischem Sinne ohne alle Grundsätze zusammengesetzten Mischungen, sollte die Fruchtbarkeit des Bodens wiederhergestellt und der Ersatz der in den Ernten hinweggenommenen Bestandtheile bewirkt werden.

Nach meiner Lehre kann man die Erträge der Felder nur auf die Weise dauernd machen, wenn man denselben die durch vorausgehende Ernten entzogenen Bodenbestandtheile im richtigen Verhältnisse und im wirksamen Zustande ersetzt.

Ein reiches fruchtbares Feld liefert unter diesen Verhältnissen dauernd reiche Ernten.

Ein mittleres Feld liefert unter denselben Verhältnissen dauernd mittlere Ernten.

Eine Vermehrung von Bodenbestandtheilen wird die Fruchtbarkeit eines Feldes nur im Verhältniß zu der Menge, die es bereits an diesen nothwendigen Pflanzennahrungsmitteln enthält, erhöhen können; der Ertrag eines daran reichen Feldes wird durch Vermehrung derselben nicht zunehmen, während der Einfluß dieser Steigerung auf den Ertrag armer oder mittlerer Felder, welche daran Mangel haben, im

Verhältniß zu diesem Mangel steht. Die einfache Zufuhr von Kalk und Gyps zu Feldern, denen diese Bestandtheile fehlen, macht dieselben zur Cultur von Klee geeignet, welcher vorher darauf nicht aufzubringen war.

Ein reiches fruchtbares Feld wird durch aufeinanderfolgende Culturen, ohne alle Düngung, in den Zustand eines Feldes von mittlerer Bodenbeschaffenheit versetzt werden, d. h. es wird nach einer Reihe von Jahren, im Verhältniß zu seinen früheren Erträgen, nur mittelmäßige Ernten liefern; und wenn demselben, von dieser Zeit an, nur soviel und nicht mehr Bodenbestandtheile wieder ersetzt werden, als in dem vorhergehenden Jahre entzogen worden sind, so wird es dauernd in diesem mittleren Zustande der Fruchtbarkeit beharren.

Wenn man einem solchen durch aufeinanderfolgende Culturen erschöpften Felde die ursprüngliche Ertragsfähigkeit wieder geben will, so müssen demselben alle während der Dauer der Erschöpfung entzogenen Bodenbestandtheile wieder zurückgegeben werden.

Diese Regeln für die Düngung der Felder sind an sich so einfach, daß man denken sollte, sie verständen sich ganz von selbst; allein sie sind von Herrn Lawes in seinen Düngerversuchen nicht beachtet worden und wurden bei ähnlichen Untersuchungen nicht beachtet, woher es denn kommt, daß den gewonnenen Resultaten die Bedeutung, welche man ihnen zuschreibt, völlig abgeht.

Herr Lawes wählte, um den Einfluß der Aschenbestandtheile der Gewächse und die Wirksamkeit des nach meiner Vorschrift dargestellten Weizendüngers zu prüfen, zu seinen Versuchen ein Feld, von dem er sagt (Journal, T. VIII, p. 7): »daß es durch vorausgegangene Culturen in

den niedrigsten Zustand von Fruchtbarkeit« versetzt gewesen sei.

Anstatt nun diesem Weizenfelde die in vier, sechs, vielleicht acht Jahren oder durch vier, sechs, acht Ernten entzogenen Bodenbestandtheile durch die vier-, sechs-, achtfache Menge Weizendünger, welche ursprünglich für eine Ernte nöthig gewesen wäre, zu ersetzen, düngte er dieses erschöpfte Feld nur mit 448 Pfund, d. h. mit der einfachen Menge Weizendünger (nach meiner Vorschrift dargestellt) pro Acre (engl.), welcher, wie aus seiner Vorschrift erhellt, etwas weniger wie sein halbes Gewicht von den Aschenbestandtheilen der Weizenpflanze enthält, und er wunderte sich, daß dieses Feld (welches hiernach etwa 1 Gran Aschenbestandtheile auf 4 Cubikzoll Ackererde bei 12 Zoll Tiefe empfing) einen Ertrag lieferte, der nur um 15 Proc. den Ertrag einer gleichen Fläche Land, welches keinen Dünger empfangen hatte, überstieg. Nach meiner Theorie hätte er die drei-, vier-, sechs-, vielleicht achtfache Menge geben müssen.

Unter diesen Umständen konnte er aber gar keinen höheren Ertrag erwarten; das Einzige, worauf er rechnen konnte, war, daß dieser Ertrag, bei gleicher in den darauf folgenden Jahren wiederholter Düngung, dauernd geblieben wäre.

Die Hauptfrage in Beziehung auf die Dauer der Erträge in einer Reihe von Jahren bei Anwendung des nach den Analysen bereiteten Weizendüngers, im Vergleich mit den von ihm ausgedachten Mischungen, wurde von Herrn Lawes gar nicht in Betracht gezogen.

Es ist einleuchtend, daß der Grund der wirklichen oder scheinbaren Unwirksamkeit des nach meiner Vorschrift dargestellten Weizendüngers von demjenigen aufgesucht werden

mußte, der es unternahm, meine Theorie zu prüfen. Ein Versuch an sich, oder eine Thatsache an sich giebt weder einen Beweis für, noch gegen eine Theorie ab. Wenn der Versuch oder die Thatsache als Beweise dienen sollen, so muß das Gelingen oder Mißlingen erklärt, d. h. die Ursachen des Erfolges oder des Mangels an Wirkung müssen aufgesucht und mit den wissenschaftlichen Grundsätzen in Uebereinstimmung gebracht werden.

Nicht ein jeder Versuch hat in dieser Beziehung einen gleichen Werth; ein thörichter, gedankenloser Versuch kann nicht in denselben Rang gestellt werden mit einem mit besonnener Ueberlegung angestellten und ausgedachten Versuche; der Ansteller des letzteren nimmt in dem einen Fall Rücksicht auf die Bedingungen des Gelingens und die Ursachen des möglichen Mißlingens, er ist sich dieser Ursachen bewußt; der andere kennt keine Gründe und fragt nicht darnach. Und wenn sich Jemand vornimmt, die Irrigkeit einer Theorie durch Versuche zu prüfen, so gelingt ihm dies immer, auch wenn ihre Wahrheit unbezweifelbar ist. Denn nichts ist leichter, als Versuche anzustellen, die in ihrem Resultate der Wahrheit einer Theorie widersprechen, und je thörichter und gedankenloser diese Versuche angestellt sind, desto mehr im Widerspruch ist ihr Resultat mit der Theorie, gegen welche sie als Beweise dienen sollen.

Wenn es Herrn L a w e s im Ernste um die Prüfung meiner Theorie zu thun gewesen wäre, so würde er sich folgende, durch Versuche zu beantwortende Fragen haben stellen müssen:

In der Voraussetzung, diese Theorie sei richtig, so mußten die Aschenbestandtheile der Weizenpflanze im Dünger eine ganz bestimmte erkennbare Wirkung auf das Wachs-

thum dieser Pflanze und auf den Ertrag an Korn und Stroh ausüben, und der Grund der scheinbaren Unwirksamkeit des nach meinen Vorschriften dargestellten Weizendüngers konnte liegen:

1) in seiner Form und Beschaffenheit; derselbe war durch Schmelzung bereitet und seine Bestandtheile wegen ihres krystallinischen Zustandes in ihrer Löslichkeit vielleicht beeinträchtigt;
2) in seiner Zusammensetzung; es war möglich, daß seine Zusammensetzung in der Wirklichkeit nicht der Vorschrift entsprach, oder daß die theoretisch angenommenen Verhältnisse der Bestandtheile dem Bedarf der Weizenpflanze in der Zeit ihres Wachsthums nicht genügten;
3) in der dem Felde zur Wiederherstellung seiner ursprünglichen Fruchtbarkeit nöthigen Quantität.

In Beziehung auf die erste Frage waren Mischungen von den Aschenbestandtheilen der Weizenpflanze in verschiedenen Zuständen der Löslichkeit zu machen und diese als Dünger zu gebrauchen, oder der Weizendünger selbst mit bestimmten Quantitäten Stalldünger zu mischen und in Haufen zwei bis drei Monate vor seiner Anwendung in angefeuchtetem Zustande lagern zu lassen. Die in der Verwesung sich entwickelnde Kohlensäure ist ein mächtiges Mittel, die Mineralien aufzuschließen und ihre Bestandtheile löslich zu machen. Die Menge des damit gemischten Stalldüngers konnte bei der Anwendung der Mischung in Rechnung genommen werden.

In Betreff der zweiten Frage würde die chemische Analyse entschieden haben, ob der Weizendünger die ihm zugeschriebene Zusammensetzung gehabt hat oder nicht. Es wäre leicht gewesen, durch Mischungen der Aschenbestandtheile der

Weizenpflanze in anderen Verhältnissen, z. B. durch Vermehrung der phosphorsauren Salze, zu erproben, ob darin ein Mangel war und der Grund der Unwirksamkeit gelegen habe.

Es mußte zuletzt zur Erledigung der dritten Frage untersucht werden, ob mit der Vermehrung der Quantität des Mineraldüngers um das Doppelte, Drei- und Vierfache der Ertrag an Korn und Stroh nicht in einem bemerklichen Verhältnisse gestiegen wäre.

Erst nach Entscheidung dieser Fragen durch den Versuch konnte man vernünftiger Weise zu einem bestimmten Urtheil über die Wahrheit der Lehre kommen: daß die Aschenbestandtheile der Weizenpflanzen nothwendig sind für das Wachsthum der Weizenpflanze, und daß die Zufuhr eines Düngers, welcher diese Aschenbestandtheile in dem für die Aufnahme geeignetsten Zustand, neben einer gewissen Menge Ammoniak, um deren Wirksamkeit zu beschleunigen, und in den durch die Analyse ausgemittelten Verhältnissen enthält, geeignet oder nicht geeignet ist, die ursprüngliche Fruchtbarkeit eines fruchtbaren Feldes wiederherzustellen und dauernd zu machen, oder einem armen Felde höhere Erträge abzugewinnen.

Von allen diesen unbedingt nöthigen Erfordernissen zur Prüfung der Theorie hat weder Herr Lawes noch irgend ein anderer Experimentator ein einziges in Betracht gezogen, und es ist ganz unzweifelhaft, daß alle in dieser Beziehung angestellten Versuche nicht die mindeste Beweiskraft besitzen. Herr Lawes hat die Thatsache ermittelt, daß ein Feld, welches durch aufeinanderfolgende Culturen auf den niedrigsten Grad von Fruchtbarkeit gebracht worden war, wenn demselben

die Aschenbestandtheile der Weizenpflanze im krystallinischen Zustande und in derjenigen Menge einverleibt werden, welche zu einer mittleren Ernte hinreichen, daß in diesem Falle ein mittlerer Ertrag an Korn und Stroh wirklich erhalten wird.

Dies ist ein Fall, den die Theorie vorhersagt.

Ueber diese Thatsache hinaus sind alle seine Schlüsse Fehlschlüsse. Es ist vollkommen widersinnig, aus seinen mangelhaften Versuchen zu folgern, daß die Aschenbestandtheile der Weizenpflanze keine Wirkung gehabt hätten, daß sie also keinen Einfluß auf den Ertrag des Versuchsjahres und der nächstfolgenden Jahre gehabt hätten oder gehabt haben würden, daß die Weizenpflanze die Aschenbestandtheile derselben zu ihrem Wachsthum in denjenigen Verhältnissen im Dünger nicht bedürfe, sondern in einem anderen Verhältnisse, als wie sie die Analyse der Asche erkennen läßt.

Herr Lawes hat Alles unterlassen zu thun, was vorher hätte geschehen müssen, und was ein Mann der Wissenschaft gethan haben würde, um zu der Berechtigung zu gelangen, meine Theorie zu verurtheilen; er hat eine ganze Reihe von Versuchen mit seinen ohne alle wissenschaftlichen Anhaltspunkte gemachten Mischungen, auf die mannigfaltigste Weise abgeändert, angestellt; warum vermied er es denn, ebensoviele Versuche mit Mischungen anzustellen, welche den Grundsätzen der Theorie entsprachen? Offenbar deshalb, weil ihm die Theorie und die Interessen der Landwirtschaft vollkommen gleichgültig gewesen sind. Welcher Vortheil konnte ihm vernünftiger Weise daraus erwachsen, die Beweise aufzufinden, daß meine Theorie in ihrer Grunglage richtig sei? oder die Mittel und Wege aufzusuchen, die nach den Grundsätzen der Wissenschaft zusammmengesetzten Dünger wirksamer in der Zeit zu machen?

Man wird bemerken, daß Herr Lawes in allen seinen Schriften den Begriff der Theorie für gleichwerthig nimmt mit dem Begriff von Dünger, gleich als wenn die Gesetze der Ernährung gleichwerthig wären mit Nahrung. Wenn der Erfolg eines Düngers auf einem gewissen Felde als ein Beweis angesehen wird für die Richtigkeit der Ansicht, auf welcher seine Zusammensetzung beruht, so müßten die Morison'schen Pillen als schlagende Beweise dienen können, für die Wahrheit von Morison's Theorie der Unterleibskrankheiten, welche kein verständiger Arzt anerkennt; die günstigen Wirkungen dieser Pillen sind nichts Anderes als Thatsachen, welche beweisen, daß Purgirmittel in sehr vielen Fällen nützlich wirken, sowie denn die Ammoniaksalze in sehr vielen Fällen treffliche Mittel sind, um bei gewissen Vorbedingungen die Erträge der Felder zu steigern.

Aus seiner Verwirrung der Begriffe ergab es sich denn, daß die Vertheidigung meiner Ansichten Herrn Lawes gleich einem Angriff auf seine Dünger galt; mit dem Vertrauen auf die Wahrheit seiner Behauptungen konnte in seiner Lage nothwendig das Vertrauen seiner Abnehmer auf die Güte seiner Producte erschüttert werden. Darum veranlaßte er die ehrenwerthesten Männer, Herrn Pusey und den gegenwärtigen Herausgeber des Journals der landwirthschaftlichen Gesellschaft von England, seinen Abhandlungen Zeugnisse zur Beruhigung seiner Abnehmer auszustellen, worin im Wesentlichen nichts Anderes gesagt ist, als daß meine Theorie (meine Dünger) schlecht sei, und daß die Praxis sich zu Gunsten der Güte und Wirksamkeit seiner, des Herrn Lawes Dünger, d. h. seiner Theorie ausgesprochen habe. Dies ist ein in der Erörterung von Fragen, welche so tief in den Nationalwohlstand eingreifen, ganz ungewöhnliches Verfah-

ren; aber die Geschichte der Landwirthschaft wird in diesem Streite eine strenge Richterin sein.

Bis zum Jahre 1847 dachte kein Mensch in Europa daran, daß ich gelehrt habe, »der Ertrag der Felder stehe im Verhältniß zu den im Dünger zugeführten Mineralsubstanzen allein, oder daß ich gerathen hätte, den Kornpflanzen im Dünger kein Ammoniak zu geben.«

Vor dem Erscheinen der ersten Abhandlung des Herrn Lawes erkannten die Naturforscher und Landwirthe, daß ich bemüht gewesen bin, ihre Aufmerksamkeit ganz bestimmten Bedingungen der Fruchtbarkeit der Felder zuzulenken, deren Wichtigkeit ich um so mehr hervorhob, je weniger man sie früher beachtet hatte. Die Wirkung des Ammoniaks oder stickstoffreicher Düngmittel war lange vor mir anerkannt und festgestellt. Ob dies ein Fehler war, wird in der nächsten Zeit zur Entscheidung kommen. Alles, was die Herren Lawes und Gilbert in ihrer neuen Schrift aus amerikanischen und europäischen Zeitschriften zu Gunsten ihrer Ansichten von meiner Lehre zusammengetragen haben, und ich bin überzeugt, sie haben nichts zurückgelassen, ist nichts weiter als das Echo ihrer eigenen unrichtigen Auffassungen und Erfindungen. Es ist nicht der Mühe werth, über diese Armuthszeugnisse ein Wort zu verlieren.

Jedermann, der mit Unbefangenheit und ohne Vorurtheil die Versuche der Herren Lawes und Gilbert einer näheren Betrachtung unterwirft, muß zu der Ueberzeugung gelangen, daß diese Männer vermöge ihrer Geistesrichtung völlig unfähig waren, zu irgend einem Aufschluß von dauerndem Werth für die praktische Landwirthschaft zu gelangen. Sie hatten nicht die Absicht, den Landwirthen durch ihre Experimente zu zeigen, wie sie es anfan-

gen müßten, um ihre Felder zu verbessern, oder welche Culturmethoden für verschiedene Bodenarten am geeignetsten seien, oder wie die Natur der Dünger sich richten müsse nach der geologischen Beschaffenheit der Gebirgsart, aus welcher der Boden sich gebildet hat, sondern sie haben ganz einfach wirksame Dünger für ihre Versuchsfelder aufgesucht und haben sie in der Wirklichkeit nicht gefunden.

Nach zehnjährigen Versuchen ist es ihnen nicht gelungen, dem Landwirthe ein einziges Recept zu einem wirksamen Dünger für irgend eine Gegend, oder irgend einen Boden, oder irgend eine Culturpflanze in die Hände zu geben.

Wenn ich, der Mann der Theorie, als Hauptresultat meiner Arbeiten gefunden hätte, daß man durch eine Düngung mit 5 Pfund Ammoniak einen Mehrertrag erhalte von 1 Pfund Stickstoff im Korn, und durch Versuche gezeigt hätte, daß der Mehrertrag, erhalten mittelst 1 Pfund schwefelsauren Ammoniaks, 2 Pfund Korn und 3 bis 4 Pfund Stroh betrüge (siehe Journal, Vol. XII, p. 10), wenn ich auf diese Thatsachen gestützt, den Landwirthen das Ammoniak als den Angelpunkt der Landwirthschaft empfohlen haben würde, mit welchem Hohn würden diese Lehren von den praktischen Männern aufgenommen worden sein *).

---

*) »Ich (Herr Lawes) bin geneigt zu denken, daß für praktische Zwecke wir 5 Pfund Ammoniak als nothwendig annehmen können für die Erzeugung von jedem Bushel (60 bis 64 Pfund) Weizen über den natürlichen Ertrag des Bodens und der Witterung« (Journal, VIII. T I. p. 246). Ferner: »Wir gedenken nicht ganz in die Frage der Richtigkeit dieser Schätzung einzugehen, allein wir mögen im Vorbeigehen bemerken, daß unter den Versuchsfeldern, deren Geschichte wir gegeben haben in den vorstehenden Blättern, bis zur letzten Ernte, auch unter den besten Bedingungen in Beziehung auf die Zufuhr von Mineralsubstanzen, das Ammoniak uns keinen Zuwachs geliefert hat, der dem unserer Schätzung gleichkommt« (p. 482).

Wenn eine gütige Vorsehung in ihrem Erbarmen mit der Landwirthschaft zweimal soviel Ammoniak, als für eine volle Weizenernte für Korn und Stroh nöthig ist, auf die Felder fallen ließe, es wäre Herrn Lawes nicht genug gewesen; wäre es ihm gestattet, in dieser Beziehung seine Wünsche zu äußern, so würde er an die Vorsehung die Bitte richten, seinen Feldern und seinen Mischungen die fünffache Quantität zukommen zu lassen. Erst dann sei es möglich, daß er etwas über die Hälfte mehr ernten würde, als seine Felder, ohne alle Zufuhr von Ammoniak, producirten. Diese Ansichten wären einfach lächerlich, wenn sie in ihren Folgen nicht so schädlich wären!!

Wenn die Landwirthschaft eine Kunst ist, welche in ihrer Ausübung Verstand, Ueberlegung und Geschick voraussetzt, so ist die Landwirthschaft des Herrn Lawes keine Kunst mehr.

Es circulirt eine Masse von Silber und Gold in der Welt herum und die Kunst des Reichwerdens besteht darin, daß ein Mann die Mittel kennt, von dem großen Strome ein Bächlein mehr seiner Casse zuzulenken. In gleicher Weise circulirt in der Atmosphäre und dem Boden eine im Verhältniß unerschöpfliche Menge von Nahrungsstoff, und die Kunst des Landwirthes besteht darin, daß er die Mittel kennt und anwendet, diesen Nahrungsstoff wirksam und verwendbar für seine Pflanzen zu machen; je mehr er von dem beweglichen Strome (der Luft) den unbeweglichen Vermittlern seiner Production (dem Boden) zuzulenken versteht, desto mehr wird die Summe seines Reichthums in seinen Erzeugnissen zunehmen.

Durch Versuche zu dem Schluß zu kommen, daß man durchschnittlich 5 Pfund Ammoniak geben müsse, um 1 Pfund

Stickstoff zu ernten, dies heißt den Beweis führen, daß man die Frage nicht versteht. Wäre er wahr, so würden alle Ammoniaksalze in Europa für den Bedarf der englischen Felder nicht genügen, und mit diesem ganzen ungeheuren Aufwand an Stickstoff würde zuletzt nur ein unbedeutender Erfolg erzielt werden können.

Die hundertfältigen Versuche des Herrn Lawes haben dem Meere von bekannten Thatsachen einige hundert Tropfen hinzugefügt, es sind Hunderte von Lappen, aus denen sich kein Landwirth einen Rock zusammenflicken kann; keine einzige von allen seinen Thatsachen wird jemals in der Landwirthschaft mehr Geltung gewinnen, als die identischen Thatsachen Geltung hatten, welche bekannt und gewogen waren, ehe er seine Versuche begonnen hat. Sein ohnmächtiges Bemühen, über den »Stickstoff« und die »Knochen« hinauszukommen, beweist auf eine unwiderlegliche Weise, und ich hoffe für immer, wie vergeblich es ist, auf empirischem Wege die Grenze des Erfahrenen zu überschreiten. Er hat sich in einem Kreise herumgedreht und ist nach zwölf Jahren genau an dem Punkte angekommen, von dem er ausgegangen ist; denn vor dieser Zeit galt es bereits als ein Axiom, daß Stickstoff das wichtigste Düngmittel für Kornpflanzen, daß saurer phosphorsaurer Kalk der wirksamste Dünger für Turnips sei, daß auch Stallmist auf deren Ertrag eine gute Wirkung habe, und daß der Werth eines Düngers gemessen werden könne durch seinen Stickstoffgehalt; dies sind die einzigen und Hauptresultate seiner Versuche.

Ich muß gestehen, daß ich manchmal nicht begreifen kann, wie es möglich ist, daß irgend ein Mann von gesun-

den Sinnen über die tiefe Unwahrheit der theoretischen Ansichten des Herrn Lawes im Zweifel sein kann.

Ich hatte den Landwirthen den Rath gegeben, auf denjenigen Nahrungsstoff, welchen der Himmel jedes Jahr und alle Jahre auf ihre Felder fallen läßt, nicht vorzugsweise Rücksicht zu nehmen, sondern ihre Sorgen denjenigen Bestandtheilen zuzuwenden, die sich nicht von selbst und ohne ihr Zuthun ersetzen, und wenn man in Erwägung zieht, daß mir bekannt war, welche enorme Mengen Ammoniak der Boden enthalte, welches wirkungslos ist, wenn die Bedingungen seiner Wirksamkeit fehlten, so wird man verstehen, warum ich die Wirkung der Brache in anderen Ursachen und nicht in einer Bereicherung des Bodens an Ammoniak suchen mußte.

In directem Widerspruch mit meiner Ansicht, und nachdem sie vorausgeschickt hatten, daß in meinem Buche und namentlich in dem Capitel über Brache kein einziges Wort gesagt sei (S. 488) über die Anhäufung von atmosphärischem Nahrungsstoff, von Stickstoff im Boden, behaupten die Herren Lawes und Gilbert, »daß der Mehrertrag eines Feldes in Folge des Brachliegens weit eher meßbar sei durch die angehäufte Menge der verwendbaren atmosphärischen Nahrungsmittel in dem Boden, als durch die Menge der aufgeschlossenen Bodenbestandtheile« (S. 487). Ferner: »Wir haben selbst bei mehr als einer Gelegenheit die Aufmerksamkeit der Landwirthe auf diese Einflüsse gelenkt, und auf die Thatsache, daß das Studium der Eigenschaften des Bodens in Beziehung auf die atmosphärischen Nahrungsmittel der Pflanzen, weit mehr Werth verspreche, als die bloße Bestimmung der procentischen Zusammensetzung der Bestandtheile des Bodens« (S. 488).

Und da sie in meinen Grundsätzen den Satz auffinden (S. 82): »Aber den Boden durch die Kunst so zubereiten, daß er befähigt wird, in seinen darauf wachsenden Producten ein Maximum von Stickstoff aus der Atmosphäre und der von der Natur den Pflanzen angewiesenen Quelle zu schöpfen, dies ist eine Aufgabe, würdig der wissenschaftlichen Landwirthschaft;« so fügen sie hinzu (S. 488): »Wir sind glücklich, für unsere Ansicht jetzt die Zustimmung von Baron Liebig selbst zu haben.« Diese Agriculturchemiker wollen in dieser Weise glauben machen, sie hätten mich über den Gehalt von Ammoniak im Boden, den Dr. Kroker vor 9 Jahren im meinem Laboratorium in zweiundzwanzig Bodenarten ermittelt hatte, belehrt, und ich sei ihrer Meinung beigetreten, daß dem Ammoniak, welches der Boden in der Brache empfange, eine Wirkung vorzugsweise zukomme!!

Die Herren Lawes und Gilbert haben aber, ohne es bewußt zu werden, den strengen Beweis dafür geliefert, daß die Anhäufung von Ammoniak im Boden in dem einen Jahre keinen Einfluß hat auf die Ernte im nächsten Jahre. Sie düngten ein Feld im Jahre 1845 mit 336 Pfund Ammoniaksalz, wovon über 72 Pfund in dem Mehrertrag nicht verbraucht sein konnten, der Rest von 264 Pfund blieb im Boden, und zeigte sich wirkungslos im Jahre 1846. Nach einer neuen Düngung mit Ammoniaksalz blieb ein neuer Rest von 406 Pfund im Boden, aber auch beide zusammen, 670 Pfund, hatten keinen Einfluß auf die Ernte im Jahre 1847; zuletzt blieb im Boden ein Rest von 1192 Pfund Ammoniaksalz, und auch dieser Rest verlor seine befruchtende Wirkung auf das Wachsthum der Weizenpflanze im folgenden Jahre. Das Feld verhielt sich wie ein Abgrund, in wel-

chem nach der Ernte alles zugeführte Ammoniak verschwand.

In allen ihren Versuchen mit Ammoniaksalzen, auch bei enormen Ueberschüssen, zeigte sich die Anhäufung von Ammoniak ohne Einfluß auf den Zuwachs im nächsten Jahre.

In diesen Thatsachen liegt der klarste unwidersprechlichste Beweis, daß bei Ausschluß der anderen Bedingungen, durch die Anhäufung von Ammoniak im Boden dessen Fruchtbarkeit im nächsten Jahre nicht erhöht wird, selbst wenn das Ammoniak in der Form eines nicht flüchtigen Salzes dem Boden einverleibt worden ist. Wie läßt sich nun vernünftiger Weise voraussetzen, daß die drei- oder fünfmal kleinere Menge, welche dem Boden in einem Brachjahre durch Luft und Regen im Ganzen möglicher Weise zuführbar ist, irgend einen bemerklichen Einfluß auf seine Fruchtbarkeit haben könne, wenn man obendrein noch weiß, daß dieser Boden viele hundert-, oft tausendmal mehr Ammoniak enthält, als eine volle Weizenernte nöthig hat?

Aus dem Mangel an Wirkung behaupten sie schließen zu können, das Ammoniak sei verdunstet und durch die Blätter und Halme abdestillirt!!

Aber dieser Schluß ist keine Thatsache, sondern eine Einbildung, er ist erfunden, um ihre sogenannte Theorie zu retten. Das Ammoniak für sich erhöht nicht die Fruchtbarkeit der Felder.

Ganz ähnliche Schlüsse machten sie in ihren Versuchen über die Cultur der Turnips. Sie düngten ein Feld mehrere Jahre mit schwefelsaurer Knochenerde, 1843 erhielt das Feld 504 Pfund, 1844 560 Pfund und 1845 1232 Pfund, zusammen 2296 Pfund von diesem Düngmittel. In den drei Ern-

ten Rüben wurden für jede Ernte circa 112 Pfund phosphorsaurer Kalk dem Boden entzogen, in drei Jahren 336 Pfund, und es blieben mithin im Boden 1960 Pfund für die Ernte des vierten Jahres zurück. Aber es ereignete sich der merkwürdige Umstand, daß dieses Feld, obwohl es nach der dritten Ernte nahe viermal so viel schwefelsaure Knochenerde empfangen hatte, als man ihm im ersten Jahre gegeben hatte, daß dennoch im darauf folgenden Jahre dasselbe Stück eine neue Düngung mit 280 Pfund empfangen mußte, um eine neue Ernte zu liefern! Während 504 Pfund im ersten Jahre eine ausgezeichnete Wirksamkeit zeigten, blieben 1960 Pfund nach dem dritten Jahre auf die Ernte des vierten Jahres ohne Einfluß! Von einem Mangel an Phosphorsäure kann hier keine Rede sein, der Boden enthielt ja im vierten Jahre viermal mehr als im ersten, und doch verlor er seine Ertragsfähigkeit, die Phosphorsäure verlor ihre Wirksamkeit! Dies ist ganz derselbe Fall wie bei der Düngung des Weizenfeldes mit schwefelsaurem Ammoniak. Dort verlor das schwefelsaure Ammoniak, wie hier der phosphorsaure Kalk, seine Wirkung auf die Ernte des darauf folgenden Jahres, und wenn Thatsachen eine unrichtige Ansicht beweisen können, so müssen die nämlichen Agrumente, angewendet auf das Turnipsfeld, beweisen, daß ein Verlust stattgefunden habe, daß der phosphorsaure Kalk durch die Blätter abdestillirt ist; denn auf andere Weise kann ein Verlust nicht herbeigeführt worden sein.

Ob die Schwefelsäure überhaupt in dem Superphosphate irgend eine Rolle spiele und eine Wirkung äußere, darnach zu fragen, fiel den beiden Agriculturchemikern gar nicht ein, obwohl sie aus den Analysen der Turnipsaschen von Th. Way und Ogston wissen konnten, daß die Tur-

nips etwa 50 Procent mehr Schwefelsäure als Phosphorsäure dem Boden entziehen und unzweifelhaft auch bedürfen.

Zwei ihrer Versuche sprechen für die Ansicht, daß der Schwefelsäure ein Hauptantheil an der Wirkung des Superphosphates zukomme.

Im Jahre 1844 düngten sie das Stück Nr. 13 mit 400 Pfund Knochenmehl, 268 Pfund Schwefelsäure und 134 Pfund Kochsalz und ernteten 14 Tons 10 Centner Rüben und 6 Tons 11 Centner Blätter.

In demselben Jahre düngten sie ein gleiches Stück (Nr. 9) mit 400 Pfund Knochenmehl und Salzsäure (= 268 Pfund Schwefelsäure) und ernteten 9 Tons 9 Centner Rüben und 4 Tons 6 Centner Blätter.

Das Resultat dieser beiden Versuche ist einfach, klar und unwidersprechlich. Die zwei Felder empfingen die nämliche Menge Phosphorsäure in dem gleichen Zustande von Löslichkeit; beide empfingen Chlor.

Aber das Feld, welches nur Phosphorsäure, Kalk und Chlor, keine Schwefelsäure empfangen hatte, lieferte 5 Tons Rüben und 2 Tons 5 Centner Blätter weniger als das andere Feld, welches mit Kochsalz, saurem phosphorsauren Kalk und Schwefelsäure gedüngt worden war.

Der enorme Ausfall von 100 Centner Rüben und 105 Centner Blättern in der Ernte konnte nicht einem Mangel an Phosphorsäure zugeschrieben werden, und ebensowenig der Gegenwart von Chlor; es ist einleuchtend, daß die Ursache des Unterschiedes der ausgeschlossenen Schwefelsäure zukam, daß diese in der Wirkung des schwefelsauren Knochenmehls auf die Rüben einen Hauptantheil hat.

Ein anderer ihrer Versuche ist nicht minder merkwür-

dig. Im Jahre 1843 düngten sie das Stück Nr. 1 mit 12 Tons Stalldünger, das Stück Nr. 12 mit $2^1/_2$ Centner schwefelsaurem Knochenmehl, 2 Centner Rapsmehl und 20 Pfund schwefelsaurem Ammoniak, ein drittes Stück Nr. 23 mit 15 Bushel Thon und Unkrautasche.

| | | Tons. | Ctr. | Pfd. |
|---|---|---|---|---|
| Die Erträge an Rüben waren von | Nr. 1 | 9 | 9 | 2 |
| » » » » » » | Nr. 12 | 11 | 7 | 3 |
| » » » » » » | Nr. 23 | 11 | 1 | 3 |

Um die Bedeutung dieser Versuche richtig zu verstehen, muß man sich daran erinnern, daß die Herren Lawes und Gilbert die Wirkung des schwefelsauren Knochenmehls der Phosphorsäure, die des Stalldüngers den organischen Bestandtheilen des Strohs zuschreiben und zwar, wie sich von diesen Männern von selbst versteht, ohne nur jemals einen Versuch mit Phosphorsäure allein oder mit Stroh allein angestellt zu haben.

Wie erklären sie nun aber die Wirkung des Thons und der Unkrautasche, welche einen höheren Ertrag wie der Stalldünger und einen gleichen Ertrag wie das schwefelsaure Knochenmehl geliefert hat? Hier kann von freier oder überschüssiger Phosphorsäure und von organischen Bestandtheilen und auch von einem Druckfehler gar keine Rede sein! Die Antwort ist (p. 17, Vol. VIII, Part II.):

»Dies ist ein sonderbares Resultat und zeigt an, daß sowohl gewisse mechanische wie chemische Bedingungen im Boden wesentlich sind zu einer günstigen und gesunden Entwickelung ihrer Sammelorgane.«

Diesem Versuche, dem einzigen von allen, die sie machten, welcher fortgesetzt und genauer studirt zu werden verdiente, wurde keine weitere Beachtung geschenkt; denn viel-

leicht hätte es sich ereignet, daß dieser Versuch zur Begründung des Fundamentalsatzes meiner Lehre hätte führen können, was nicht in ihrer Absicht lag, und überdies waren aus Thon und Unkrautasche keine Handelsartikel zu machen.

Alle ihre Versuche tragen den nämlichen Charakter; ein jeder hat seine kleine Geschichte: jeder wird in das Bett des Procrustes gelegt und abgeschnitten oder gestreckt, wie es eben ihre sonderbare Theorie bedurfte.

Wenn eine falsche Theorie daran erkannt wird, daß sie zu thörichten Experimenten und absurden Schlüssen führt, so giebt es vielleicht unter allen keine, welche diesen Charakter im höheren Grade besitzt, als die Theorien des Herrn Lawes.

Zu den Proben, welche Herr Lawes und sein Gehülfe geliefert hat, will ich eine neue hinzufügen, welche eben so schlagend ist.

Die Herren Chevandier und Salvetat haben im Jahre 1852 (siehe Annal. de Chim. et de Phys. 3. Série. Tom. 34, p. 307) eine Untersuchung angestellt, woher es komme, daß von zwei Wiesen, die eine constant einen viermal höheren Ertrag an Heu gab, als die andere Wiese. Beide Wiesen waren Rieselwiesen; sie empfingen das Wasser von zwei Quellen, die eine war die gute Quelle (la bonne source), die andere die schlechte Quelle (la mauvaise source). Daß der große Unterschied im Ertrag der beiden Wiesen von dem Berieseln mit dem guten und schlechten Wasser herrühre, darüber hatten die beiden Chemiker nicht den mindesten Zweifel. Denn die Mehrzahl der Agriculturchemiker sind in allen Ländern darin einander ähnlich, daß sie niemals an der Wahrheit ihrer Ansichten zweifeln.

Mit einem Fleiß und einer Ausdauer, welche die größte

Bewunderung erwecken, begannen die Herren Chevandier und Salvetat das Wasser beider Quellen zu aichen (messen), welches zum Berieseln der beiden Wiesen diente. Im Jahre 1847 empfing die eine Wiese von der guten Quelle 164281 Cubikmeter, die andere von der schlechten Quelle 255744 Cubikmeter. Die erste Wiese lieferte 158 Centner, die andere nur 46 Centner Heu.

Im Jahre 1848 empfing die eine Wiese von der guten Quelle 130312 Cubikmeter, die andere von der schlechten Quelle 126273 Cubikmeter Wasser. Die erstere lieferte 209 Centner, die andere nur 55 Centner Heu.

Das den beiden Wiesen zufließende Wasser wurde auf seinen Gehalt an Gasen und nicht flüchtigen mineralischen und organischen Bestandtheilen genau untersucht. Im Jahre 1848 führte

| | die schlechte Quelle | die gute Quelle zu: | |
|---|---|---|---|
| Kieselerde | 171 | 156 | Kilogr. |
| Natron | 312 | 233 | » |
| Eisen | 0,8 | 0,6 | » |
| Kalk | 280 | 144 | » |
| Magnesia | 114 | 32 | » |
| Organische Materien | 828 | 756 | » |

Im Ganzen empfing die eine Wiese durch die gute Quelle in dem zufließenden Wasser 1622 Kilogr., die andere durch die schlechte Quelle 2070 Kilogr. Mineralsubstanzen. Der Gehalt des abfließenden Wassers an diesen Bestandtheilen wurde natürlich nicht untersucht.

Von dem Gehalte des Wassers an Kochsalz, an welchem die Asche der Wiesenpflanzen so reich ist, ist keine Rede, ebensowenig wird eine Frage nach Phosphorsäure gestellt,

welche auf die Wiesenpflanzen eine so entscheidende Wirkung hat.

Worin lag nun jetzt der Grund des so außerordentlich ungleichen Ertrages an Heu der beiden Wiesen? Dieser Grund lag in der Beschaffenheit des Wassers! Dies war von vorneherein als eine unbezweifelbare Wahrheit angenommen.

Er konnte nicht liegen in der Kieselerde, denn das Wasser der schlechten Quelle führte der Menge nach mehr zu als das Wasser der guten. Aus demselben Grunde konnte er nicht liegen in dem Natron und Kali, nicht in dem Eisen, der Bittererde und dem Kalk, auch nicht in der Summe der organischen Bestandtheile.

Die Elementaranalyse zeigte den Grund des Unterschiedes; die organische Materie enthielt Stickstoff, und die des Wassers der guten Quelle enthielt mehr von diesem Bestandtheil als das Wasser der schlechten. Die eine Wiese empfing durch die gute Quelle mehr Stickstoff:

| | | | |
|---|---|---|---|
| im Jahre 1848 | . . | 23 Kilogr. | Stickstoff |
| im Jahre 1847 | . . | 15 » | » |

mehr als die andere Wiese, welche mit dem Wasser der schlechten Quelle berieselt worden war.

»In diesem ungleichen Verhältnisse an Stickstoff beruht (so sagen die beiden Agriculturchemiker) die wahre Ursache des Unterschiedes in der befruchtenden Kraft, den wir bis jetzt nicht zu erklären vermochten.« (S. 316.)

Die Wirkung dieser ungleichen Stickstoffmengen grenzt an ein Wunder!

15 Kilogramm Stickstoff gelöst in 164 Millionen Kilogramm Wasser (das ist ein Gran Stickstoff gelöst in 10 baierischen Eimern, oder $4^1/_4$ hessischen Ohm oder in 580

preußischen Quart Wasser) sollen im Jahre 1847 bewirkt haben, daß die Wiese

5584 Kilogr. oder 111 Centner mehr Heu als die andere Wiese und darin

55 bis 56 Kilogr. Stickstoff mehr ertrug!

23 Kilogramm Stickstoff gelöst in 130 Millionen Kilogramm Wasser sollen im Jahre 1848 bewirkt haben, daß die Wiese

7720 Kilogr. oder 154½ Centner mehr Heu als die andere Wiese und darin

77⅕ Kilogr. Stickstoff mehr geliefert hat!

23 Kilogramm Stickstoff mehr im Rieselwasser sollen bewirkt haben, daß die damit bewässerte Wiese

384 Kilogramm oder 768 Pfund Aschenbestandtheile per Hectare

und darin 3½mal so viel Phosphorsäure, Kali, Kieselsäure, Kalk und Bittererde an die darauf wachsenden Pflanzen mehr abzugeben vermochte, und zwar, wie es scheint, dauernd, als die andere Wiese, die weniger Stickstoff empfangen hatte!!

Von dem Boden der beiden Wiesen insbesondere wird nicht ein Wort gesagt; nur im Eingange wird im Allgemeinen bemerkt, daß der Boden des Thales in den Vogesen, wo die Versuche angestellt wurden, die größte Aehnlichkeit dargeboten habe, und daß die sehr geringen Unterschiede, welche die Analyse anzeige, augenscheinlich von der Wirkung des Wassers herrühren, deren Einfluß Gegenstand der Untersuchung gewesen sei.

Der Versuch, ob sich mit 23 Kilogr. Stickstoff oder einem Aequivalent an Ammoniaksalzen der Ertrag der schlechten Wiese, oder der mit dem Wasser der schlechten Quelle

erhaltene, auf die Höhe des Ertrags der anderen hätte erheben lassen, wurde natürlich nicht untersucht; denn um die Sache selbst war es den beiden Chemikern gar nicht zu thun. Wenn man durch eine Theorie zu Schlüssen, wie die von den Herren Chevandier und Salvetat gemachten, geführt wird, so ist sie, so sollte man denken, gerichtet; das Reich der Naturforschung hört damit auf und das der leeren Hypothesen und des Aberglaubens beginnt.

Wirft man einen Blick auf den Standpunkt der wissenschaftlichen Landwirthschaft in Deutschland, so wird man wahrnehmen, daß auch bei uns die Mehrzahl der Männer, welche als Führer und Leiter derselben gelten, die Ansichten der Herren Chevandier und Salvetat, sowie die der Herren Lawes und Gilbert nicht nur theilen, sondern daß sie sich zu warmen Verbreitern und Vertheidigern der sogenannten Stickstofftheorie aufgeworfen haben, wonach der Stickstoff im Boden und Dünger die erste und wichtigste Bedingung und Quelle der Fruchtbarkeit und der Angelpunkt der Production ist.

Ich halte es für wichtig genug, die Versuche, Analysen und Zahlenresultate, auf welchen diese deutschen Agriculturchemiker ihre Ansichten stützen, einer genaueren Prüfung zu unterwerfen, und es erheischt wohl der gesunde Menschenverstand, daß wenn bewiesen werden kann, daß diese Grundlagen oder die Vordersätze zu ihren Schlüssen falsch, unwahr und zweifelhaft sind, daß ihre Folgerungen kein Vertrauen verdienen, sondern verworfen werden müssen.

Ich wähle für diesen Zweck die neuesten Schriften des Herrn Prof. Dr. E. Wolff in Hohenheim und die letzten Abhandlungen des Herrn Prof. A. Stöckhardt in Tha-

rand, der beiden Hauptadvocaten der Stickstofftheorie in Deutschland.

In der kleinen Schrift von E. **Wolff** »Die Erschöpfung des Bodens durch die Cultur« sind eine neue Reihe von Beweismitteln zusammengestellt für die Wahrheit seiner Lehre, daß die Fruchtbarkeit eines Feldes auf seinem Reichthum an Ammoniak oder Stickstoffverbindungen und dessen Erschöpfung auf einem Verlust oder Mangel an diesen Materien beruhe.

Diese Schrift ist eine Erwiderung auf die Auseinandersetzungen, die ich in Beziehung auf meine Theorie in meinen »Grundsätzen der Agriculturchemie« gegeben hatte, und ist bestimmt, zu zeigen, daß die von mir gelehrten Grundsätze, wenn auch im Allgemeinen richtig, dennoch keine Anwendung in der Landwirthschaft finden könnten, und daß in Beziehung auf die Düngung der Felder es für den Landwirth von dem größten Interesse sei, zu wissen, daß *nicht alle wesentlichen Nahrungsstoffe einer Culturpflanze auch nothwendige Bestandtheile des Düngers zu sein brauchen* (S. 20).

Von meinen 50 agriculturchemischen Thesen sagt er, daß er nicht die Absicht habe, dieselben einer Kritik zu unterwerfen; insofern diese Thesen die Entwickelung der *vegetabilischen Substanz* überhaupt betreffen, bezweifle er die Richtigkeit derselben nicht, er wolle nur auf diejenigen meiner Ansichten eingehen, *welche unmittelbar die Praxis der Landwirthschaft berühren* (S. 15).

Jedermann, welcher meine »Grundsätze« mit einiger Aufmerksamkeit gelesen hat, wird zugestehen müssen, daß alle meine *Ansichten, insoweit sie die Praxis der Landwirthschaft berühren*, in den erwähnten 50 Thesen niedergelegt sind, und daß darin von Ertrag, von Ernte und

Dünger, aber von der Entwickelung der vegetabilischen Substanz nicht die Rede ist, ja das Wort »vegetabilische Substanz« kommt gar nicht darin vor.

Ohne nur entfernt meine Erklärung des Antheils, den das Ammoniak in der Vegetation nimmt und dessen Nützlichkeit im Dünger zu beachten, spricht Herr Dr. E. Wolff, ganz wie er dies früher gethan, von der sogenannten »reinen Mineraltheorie im Sinne des Herrn Lawes« als von meiner Theorie, wiewohl ich dargethan hatte und er wissen mußte, daß diese Theorie nicht meine Theorie, sondern eine Erfindung des Herrn Lawes ist, und er stellt zwei Sätze in der Form von zwei Ansichten von mir auf, mit deren Widerlegung sich seine Erwiderung beschäftigt.

Von diesen beiden Sätzen oder Ansichten, von welchen er sagt, daß sie hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis vorzugsweise angegriffen worden seien, heißt der erste:

1) Die Idee, nach welcher dem Boden bei der Cultur der Pflanzen im Großen die mineralischen Nahrungsstoffe in der durch die Analyse der Ernten ermittelten Menge und Beschaffenheit zugeführt werden sollen.

Ich glaube kaum, daß es der Mühe werth ist, ein Wort für die Aufrechthaltung dieses Satzes zu verlieren; er bezieht sich im Besonderen auf die Fabrikation von künstlichem Dünger, durch welchen mit Ausschluß des Hofdüngers die in der Ernte entzogenen Bodenbestandtheile dem Felde wieder ersetzt werden sollen; das allgemeine Gesetz der Düngung oder die Regel heißt, daß keiner davon im Felde fehlen, daß an keinem Mangel sein dürfe.

Wenn der Boden an sich einen Ueberfluß von Alkalien oder von Phosphorsäure oder Kalk besitzt, so schließt dies

Gesetz natürlich die besonderen Fälle in sich ein, in denen die Praxis von den Alkalien — oder dem Kalk — oder der Phosphorsäure bis zu einer gewissen Grenze Umgang nehmen darf. Die Zufuhr von Kalk für einen Kalkboden oder von löslicher Kieselsäure für einen Thonboden, wenn man bestimmt weiß, daß derselbe reich an löslichen Silicaten ist, als unerläßlich nothwendig zu empfehlen, wäre geradezu abgeschmackt.

Die allgemeine Regel schließt vielleicht ein paarmalhunderttausend Fälle ein, von denen keiner dem anderen ganz gleich ist; es ist möglich, daß auf kein einziges Feld die Regel buchstäblich angewendet werden muß, und dennoch muß sie von dem Landwirth in ihrer ganzen Strenge im Auge behalten werden, weil sie ihm sagt, was er in jedem einzelnen Falle, der ihm vorkommen mag, zu thun hat und thun muß. Daß nicht alle wesentlichen Nahrungsstoffe einer Culturpflanze auch nothwendige Bestandtheile des Düngers zu sein brauchen, ist nicht die Regel, sondern ein Satz, der nur auf besondere Fälle bezogen werden kann. Jeder einzelne Düngerbestandtheil, den Dr. Wolff für unnöthig erklärt, ist unter Umständen ganz unentbehrlich, und jeder einzelne, den er für nothwendig hält, kann in anderen Fällen entbehrt werden.

Herrn Dr. Wolff's zweiter Satz heißt:

2) Die Ansicht, nach welcher bei der Cultur der Halmfrüchte weniger die Zufuhr von Stickstoffverbindungen nöthig sei, als die Düngung mit passenden mineralischen Substanzen.

Diese Ansicht, welche mir Herr Dr. Wolff zuschreibt, ist nicht meine Ansicht und nie meine Ansicht gewesen; es ist eine mir octroyirte Erfindung des Herrn Dr. Wolff.

Es ist mir niemals in den Sinn gekommen, den Landwirthen zu empfehlen, den Halmfrüchten kein Ammoniak im Dünger zu geben; was ich über den Ausschluß des Ammoniaks im Dünger geäußert habe, bezieht sich gerade nicht auf Halmfrüchte, sondern auf Klee, Bohnen und Erbsen (siehe S. 58 u. 59).

Herr Dr. Wolff bemüht sich nun in seiner neuesten Schrift, zu beweisen, daß die Ansicht Nr. 2 falsch sei, daß es bei der Cultur der Halmfrüchte mehr auf die Zufuhr an Stickstoffverbindungen ankomme, als auf die Düngung mit passenden mineralischen Nahrungsmitteln.

Den Werth dieser Beweise will ich jetzt messen mit dem Maßstab der Wissenschaft, und die Landwirthe mögen daraus entnehmen, was sie in Beziehung auf den Fortschritt der Landwirthschaft von den Lehrern und Verbreitern der sogenannten Stickstofftheorie Nützliches zu erwarten haben.

Im Jahre 1855 behauptete Herr Dr. Wolff, »es sei eine wohlbegründete Thatsache, welche durch keine Theorie umgestoßen werden könne, daß die Halmfrüchte, wenn sie bis zur Reife auf dem Felde blieben, eine große Menge löslicher Ammoniakverbindungen entziehen und daß dadurch der Boden unfähiger werde, eine nachfolgende reichliche Ernte zu produciren (Zeitschrift für die Landwirthe, 4. Heft, S. 116), er nahm an, um diese Thatsache zu erklären, daß das Ammoniak als kieselsaures Ammoniak von den Wurzeln der Pflanze aufgenommen werde, die Kieselsäure in der Pflanze absetze und dann durch Halm und Blätter abdestillire. Zur Begründung dieser Ansicht sagt er: Man könne im Allgemeinen als richtig annehmen, daß die absolute Menge des in der reifen Pflanze gebundenen Stickstoffs keine größere, ja kaum eine so große sei, als die chemische Analyse

zur Zeit der Blüthe nachweise,« ferner S. 116: »daß von der Blüthe bis zur Fruchtbildung in der Weizenpflanze scheinbar keine weitere Assimilation von Stickstoff in der reifenden Pflanze statt habe, dennoch aber gerade in dieser Periode der Boden an Stickstoffverbindungen sehr beträchtlich erschöpft werde.«

Nach dieser Ansicht nimmt also in $1\frac{1}{2}$ Millionen Haferpflanzen, welche nach A. Stöckhardt auf einem preußischen Morgen wachsen, die absolute Stickstoffmenge von der Blüthe an nicht mehr zu. Wenn die Pflanzen zur Zeit der Blüthe etwa 40 Pfund Stickstoff bereits enthielten, so enthält die reife Pflanze nicht mehr als 40 Pfund, eher weniger.

Nachdem ich in meiner kleinen Schrift (Dr. Wolff und die Agriculturchemie, S. 26) ihm nachgewiesen habe, daß diese Erklärung der Erschöpfung des Bodens durch die Cultur der Halmfrüchte falsch sei und nicht aufrecht erhalten werden könne, so behauptet er jetzt: »hinsichtlich des Stickstoffgehaltes (der Halmfrüchte) bemerke man als Regel eine sehr beträchtliche Zunahme der Ernte an diesem Bestandtheile vom Anfang der Blüthe und selbst nach der Blüthe bis zur Reifung der Frucht (»Erschöpfung des Bodens«, S. 115). Immer aber sei »die Ursache der Bodenerschöpfung (in der Cultur der Halmfrüchte) zunächst und vorzugsweise in dem Mangel (und Verlust) an einer passenden Stickstoffnahrung im Boden zu suchen.«

Die Thatsache der Erschöpfung steht fest, aber die Erklärung derselben im Sinne der Stickstofftheorie war im Jahre 1855 falsch. Für sich selbst ist aber diese Theorie unerschütterlich, sie beseitigt jeden Widerspruch. Im Jahre

1855 war das Ammoniak das Transportmittel der Kieselsäure; zwischen der Blüthe und Reife bedurfte die Pflanze von dieser sowohl, wie von dem Zuführer derselben eine große Menge; nachdem die Pflanze genug an Kieselsäure hatte, empfahl sich das Ammoniak.

Im Jahre 1856 kommt die Kieselsäure ohne diesen sehr kostbaren Begleiter in den Halm hinein, das Ammoniak geht mit und bleibt jetzt als Stickstoffverbindung in der Pflanze; darum enthielt im Jahre 1855 die Pflanze nach der Reife nicht mehr Stickstoff als beim Beginn der Blüthe, und darum enthält im Jahre 1856 die reife Frucht mehr als die blühende Pflanze.

Wenn es nun nach den Erfahrungen der Landwirthschaft richtig ist, daß »die Halmfrüchte den Boden in einem ungleich höheren Grade erschöpfen, wenn sie bis zur Reife auf dem Felde bleiben, als wenn sie schon zur Zeit der vollen Blüthe geschnitten werden«, und nach Herrn Dr. Wolff die Ursache der Erschöpfung darin gesucht werden muß, daß der Boden von der Blüthe bis zur Reife einen Verlust an löslichen Stickstoffverbindungen erleidet, so läßt sich jetzt dieser Verlust durch den Versuch ermitteln; was der Boden verliert, hat ja die Pflanze gewonnen. Wir wollen nun sehen, wieviel dies beträgt.

Ein preußischer Morgen Feld enthält in den darauf wachsenden Pflanzen zur Zeit und nach beendigter Blüthe, sowie zur Zeit und nach der Reife folgende Quantitäten Stickstoff:

| | 5. Juli. | 27. August. |
|---|---|---|
| Früher weißer Rispenhafer. | 27,73 Pfd. | 39,54 Stickstoff |
| » brauner » | 29,75 » | 64,54 » |
| Hopetounhafer . . . . | 34,22 » | 37,12 *) » |
| Winterigel Weizen . . . | 31,05 » | 43,63 » |
| Talavera Winterweizen. . | 49,85 » | 55,89 » |
| Sommergerste . . . . | 23,35 » | 30,58 » |
| Sommergerste . . . . | 26,13 » | 39,06 » |
| Sommerroggen . . . . | 27,16 » | 28,88 » |
| Halmgewächse enthalten im Ganzen: | zur Blüthenzeit und nach beendigter Blüthe | zur Zeit der Reife mehr Stickstoff |
| Mittel . . . . . . . . | 31,16 » | 13,74 Pfd. » |

Nimmt man an, daß aller Stickstoff der Halmgewächse von dem Boden stammt, so beweisen diese Zahlen auf die unwidersprechlichste Weise, daß die Ursache der Bodenerschöpfung unmöglich in dem Verlust von Stickstoff gesucht werden kann; denn wäre dies der Grund, wie ließe es sich denken, daß ein preußischer Morgen Feld seine Fruchtbarkeit behält, wenn demselben in den darauf wachsenden Halmgewächsen zur Blüthezeit 31 Pfund Stickstoff genommen werden, und daß der Boden erschöpft wird, wenn zu diesem großen Verlust noch ein kleiner Verlust von 14 Pfund Stickstoff sich hinzufügt!

Einunddreißig Pfunde Verlust an Stickstoff schaden dem Boden nicht, aber vierzehn Pfunde mehr machen ihn unfähig für die Cultur einer darauf folgenden Halmfrucht!!

Diese Zahlen sind nicht aus Bosheit gemacht und erfunden, um den Behauptungen des Herrn Dr. E. Wolff zu

*) Am 4. August.

widersprechen; es sind die aus seiner Schrift S. 43 bis 50 genommenen Resultate seiner eigenen Experimente, welche sich in vollkommener Uebereinstimmung befinden mit den Versuchen von Stöckhardt (Chem. Ackersmann, Nr. 2, S. 124).

Nach A. Stöckhardt beträgt die Stickstoffmenge der auf einem preußischen Morgen wachsenden Haferpflanzen:

| | Ende der Blüthe | Zeit der Reife | |
|---|---|---|---|
| Rispenhafer ungedüngt . . | 8,44 | 8,46 | Pfd. Stickstoff |
| » mit Knochenmehl gedüngt . . . | 12,38 | 23,92 | » » |
| » mit Guano und Chilisalpeter gedüngt . . . | 30,77 | 35,30 | » » |
| | | Mehr | |
| Hafer im Ganzen . . . . . | 51,59 | 16,19 | » » |

Zur Zeit der Reife enthält auch hier die Haferpflanze nur 1/3 mehr Stickstoff als nach Beendigung der Blüthe.

Wäre der Stickstoffverlust die Ursache der Bodenerschöpfung, wie leicht würde sich diese mit ein Paar Pfunden Ammoniak beseitigen lassen! Dies zu versuchen, fällt den Lehrern der Stickstofftheorie natürlich nicht ein. Wenn man überdies in Erwägung zieht, daß wir absolut Nichts darüber wissen, was die Pflanze von der Blüthe bis zur Reife von dem Boden an Stickstoffverbindungen empfängt, und ob nicht, gerade von dieser Periode an, der größte Theil ihres Stickstoffgehaltes von der Atmosphäre geliefert wird, so wird man wohl einsehen, daß die Erklärung nur der Theorie wegen gemacht, thatsächlich nicht begründet und praktisch vollkommen werthlos ist; es ist nur eine unklare,

unwissenschaftliche Vorstellung, die für eine klare wissenschaftliche Erklärung ausgegeben wird, und das ganze Verfahren der Erklärung einer Art von Trödelhandel mit wissenschaftlichen Phrasen vergleichbar, die man für Wahrheiten ausgiebt; wenn eine dieser Wahrheiten nicht angenommen wird, gleich haben sie eine andere zur Hand, um die wissenschaftlichen Bedürfnisse der gutmüthigen Landwirthe zu befriedigen! Es ist aber Alles falsche Münze, mit der man keine Werthe kaufen und eintauschen kann.

Es wirken in Beziehung auf die Erschöpfung der Felder durch den Getreidebau sicherlich mehrere Ursachen zusammen; daß der Stickstoffverlust keine derselben ist, dürfte wohl einem Jeden klar sein.

Wenn man die Aschenbestimmung der Halmgewächse, wie die Zusammensetzung der Asche, in den Analysen von E. Wolff mit einander vergleicht, so wird man wahrhaft in Erstaunen versetzt durch die außerordentliche Verschiedenheit in dem Gehalte derselben an Kieselerde in den verschiedenen Perioden ihrer Entwickelung. Es ergiebt sich z. B., daß die auf einem preußischen Morgen wachsenden Haferpflanzen vom Boden empfangen haben

| | bis zum 3. Juli | 27. August mehr |
|---|---|---|
| Kieselerde . . . . . | 37,7 Pfd. | 145,7 Pfd. Kieselerde. |

Vom Beginn der Blüthe bis zur Reife entzog mithin die Pflanze dem Boden viermal soviel Kieselerde als in der ganzen ersten Vegetationsperiode; ein ähnliches Verhältniß zeigt sich auf einem anderen Haferfelde, wo die Pflanzen in ihrer Asche am 3. Juli 29 Procent, am 18. August 61 Procent Kieselerde enthielten. Die Asche vom Winterweizen enthielt am 25. Juni 50 Procent, zur Zeit der Reife 73 Procent Kieselerde.

Von der Zeit der Blüthe bis zur Fruchtbildung wird, wie man sieht, der Boden in Beziehung auf einen nothwendigen Bestandtheil auf eine ganz außerordentliche Weise in Anspruch genommen, welcher dem Boden für ein nachfolgendes Halmgewächs erhalten bleibt, wenn die Pflanze in der Blüthe geschnitten wird. Aber die Stickstofftheorie hat den Spruch erlassen, daß an diesem Bestandtheil der Boden niemals Mangel hat und demnach niemals Mangel haben dürfe!

Herr Dr. E. Wolff sagt (»Erschöpfung« S. 58): »1) daß die Aufnahme des Stickstoffs bei dem Anbau der Cerealien im Großen quantitativ nicht bedingt sein könne durch die Gegenwart einer größeren oder geringeren Menge von feuerfesten mineralischen Nahrungsstoffen; dies ergebe sich aus seinen mitgetheilten Untersuchungen, die Aufnahme des Stickstoffs in den verschiedenen Perioden des Wachsthums stehe in einem directen Zusammenhange mit der Menge und Beschaffenheit der im Boden enthaltenen Stickstoffverbindungen. Der weiße Rispenhafer habe auf dem Heidfelde, wie auf dem Versuchsfelde in den entsprechenden Perioden der Vegetation eine fast völlig gleiche Menge der einzelnen mineralischen Bestandtheile enthalten, und gleichwohl bemerke man, daß das Gewicht der trockenen vegetabilischen Substanz und mehr noch das des Stickstoffs ein sehr verschiedenes gewesen sei. Ganz dasselbe bemerke man hinsichtlich des braunen und des weißen Rispenhafers, welche beide Hafersorten neben einander auf den Versuchsfeldern unter gleichen Boden- aber abweichenden Düngungsverhältnissen angebaut wurden.«

»In den beiden hier untersuchten Sorten Winterweizen hat dagegen mit der vermehrten Bildung der vegetabilischen

Substanz und mit der Steigerung des absoluten Stickstoffgehaltes auch eine erhöhte Aufnahme von mineralischen Bodenbestandtheilen stattgefunden. Wenn die Menge der in der Atmosphäre verbreiteten Stickstoffverbindungen genügte, um den Halmfrüchten den zur Bildung einer reichlichen Ernte nöthigen Stickstoff zuzuführen, in welchem Falle die Aufnahme des letzteren und die Bildung der vegetabilischen Substanz überhaupt in einem geraden Verhältnisse zu der Menge der in die Pflanze übergehenden mineralischen Nahrungsmittel stehen müßte, dann hätte es auf dem Heidfelde und auf den Versuchsfeldern eine fast gleich große Ernte geben müssen, was aber nicht der Fall war.«

»Man dürfe daher wohl annehmen, daß die Größe der Ernte in der Cultur des Hafers und wahrscheinlich aller Halmfrüchte durch die Menge der im Boden enthaltenen löslichen Stickstoffverbindungen und weit seltener durch die Gegenwart einer größeren oder geringeren Menge von aufnehmbaren mineralischen Nahrungsstoffen bedingt ist.« (S. 58.)

Diese Schlüsse, welche Herr Dr. Wolff aus seinen Versuchen gezogen hat, besitzen eine große Tragweite und müssen, wenn sie in sich selbst Wahrheit besitzen, den größten Einfluß auf die Cultur der Halmfrüchte, auf die Düngung der Felder und die Behandlung des Bodens ausüben. Man wird natürlich voraussetzen, daß sie mit aller Ueberlegung und mit derjenigen Sorgfalt angestellt sind, welche der Wichtigkeit der daraus zu ziehenden Folgerungen entspricht.

In der Ausmittelung der Beziehungen der Bodenbestandtheile zu dem Stickstoffgehalte der Pflanzen müssen folgende ganz allgemeine Gesichtspunkte als nothwendige Vordersätze zu Schlüssen im Auge behalten werden.

Wenn man sich denkt, daß auf einer Anzahl von Stücken Feld von identischer Bodenbeschaffenheit dieselbe Weizensorte an dem nämlichen Tage gesäet worden ist, so läßt sich voraussetzen, daß in gleicher Lage und denselben äußeren Bedingungen, diese Pflanzen sich gleichmäßig entwickeln werden. In chemischer Beziehung will dies sagen, daß eine Anzahl dieser Pflanzen, zu derselben Zeit untersucht, von 8 zu 8 Tagen z. B. sehr nahe dieselben relativen Wasser-, Aschen- und Stickstoffmengen enthalten werde.

Das Wachsen einer Pflanze ist eine Zunahme an der Masse ihrer verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheile; die Zunahme an Masse setzt voraus eine in der Zeit steigende Aufnahme an den Elementen des Wassers, an Kohlenstoff, Stickstoff und den Bodenbestandtheilen, aus welchen ihre Asche besteht. Zu verschiedenen Zeiten untersucht, wird der Gehalt an allen ihren Elementen verschieden sein, der Wassergehalt wird sich mit ihrer Entwickelung vermindern, zur Zeit der Reife wird er am kleinsten sein; wenn in den verschiedenen Perioden des Wachsthums mehr Kohlenstoff als Stickstoff aufgenommen wird, so muß sich das relative Verhältniß beider ändern; obwohl die absolute Menge Stickstoff fortwährend steigt, muß der Gehalt des Stickstoffs in Procenten der trockenen Pflanzensubstanz abnehmen. Die scheinbare Abnahme rührt in diesem Falle her von der im Verhältniß vergrößerten Zunahme an Kohlenstoff.

Werden die Pflanzen zu ungleichen Zeiten gesäet und zu gleichen Zeiten untersucht, so muß sich das nämliche ungleiche Verhältniß an Wasser, trockener Pflanzensubstanz und Aschenbestandtheilen herausstellen, als wenn sie zu gleicher Zeit gesäet und zu ungleichen Zeiten auf ihren Gehalt an diesen Bestandtheilen geprüft worden wären.

Wenn wir nun von den verschiedenen Stücken Feld das eine in dem Zustande lassen, den es besitzt, und die anderen mit bekannten Quantitäten Ammoniak düngen, und zwar in steigendem Verhältniß, so wird der Ertrag dieser anderen Stücke sich nicht ändern oder er wird sich ändern. In letzterem Falle haben wir allen Grund, die eintretende Erhöhung des Ertrages dem zugeführten Ammoniak oder der Stickstoffverbindung zuzuschreiben.

Der Mehrertrag, in Beziehung auf das nicht mit Ammoniak gedüngte Stück, kann sich erstrecken auf das Stroh allein, oder auf das Korn allein, oder auf Korn und Stroh zugleich, d. h., es kann ein Zuwachs an den Bestandtheilen des Strohs oder des Korns, oder des Korns und Strohs zugleich durch das Ammoniak bewirkt worden sein.

Das Stroh enthält in 1000 Gewthln. 50 bis 60, das Korn in derselben Menge 20 bis 24 Gewthle. Asche; die Strohasche enthält über 60 Procent, die Asche des Korns nur 1 bis 2 Procent Kieselerde.

Die Körnernasche enthält bis 50 Procent, die Strohasche nicht über 7 Procent Phosphorsäure.

Der Gehalt an Stickstoff im Korn und Stroh zeigt nicht minder große Abweichungen.

Tausend Gewichtstheile Stroh enthalten 4 bis 5 Thle., 1000 Gewthle. Körner enthalten bis 24 Thle. Stickstoff, also fünf- bis sechsmal mehr Stickstoff als das Stroh.

Eine agriculturchemische Untersuchung, welche den Zweck hat, die Beziehung zu erforschen, in welcher die Aufnahme und Assimilation des Stickstoffs oder seine Menge in der Pflanze zu der Aufnahme und Assimilation der Bodenbestandtheile oder zu ihrer Menge in der Pflanze steht, muß

demnach durch die Analyse der Pflanze und ihrer Asche festzusetzen suchen:

1) das Verhältniß der Bodenbestandtheile des Strohs zu dem Stickstoffgehalte des Strohs,

2) das Verhältniß der Bodenbestandtheile des Korns zu dem Stickstoffgehalte des Korns.

Es ist klar, daß im Endresultate nur in der reifen Pflanze, in welcher die Samen fertig gebildet sind, diese Verhältnisse ermittelt werden können. Um die Bedeutung dieser Verhältnisse richtig zu würdigen, muß man sich die einzeln eintretenden Fälle versinnlichen.

Man denke sich z. B., man habe auf zwei Stücken Feld von verschiedener Bodenbeschaffenheit ein gleiches Gewicht an trockener Pflanzensubstanz geerntet, sagen wir 1000 Pfund auf jedem Stück, so kann der Fall eintreten, daß in der Ernte von dem einen Stück, dem *größeren* Aschengehalt ein *kleinerer* Stickstoffgehalt, und auf dem anderen Stück ein kleiner Aschengehalt einem größeren Stickstoffgehalt entspricht.

Auf dem einen Stück A bestehe die Ernte aus 500 Pfund Stroh und 500 Korn (1 : 1), auf dem anderen B bestehe die Ernte aus 750 Pfund Stroh und 250 Pfund Korn (1 : 3), so wird die Ernte A enthalten

| | | |
|---|---|---|
| in 500 Pfd. Stroh (6 Proc. Asche u. 0,4 Proc. Stickst.) | 30 Pfd. Asche u. | 2 Pfd. Stickst. |
| in 500 Pfd. Korn (2 Proc. Asche u. 2 Proc. Stickstoff) | 10 » » | 10 » » |
| In Erndte A zusammen | 40 Pfd. Asche | 12 Pfd. Stickst. |

Die Ernte B

| | | | |
|---|---|---|---|
| in 750 Pfd. Stroh . . . . | 45 Pfd. Asche | 3 Pfd. Stickst. |
| in 250 » Korn . . . . . | 5 » » | 5 » » |
| | 50 Pfd. Asche | 8 Pfd. Stickst. |

Es kann in zwei Fällen eintreten, daß gleiche Aschenmengen sehr ungleichen Stickstoffmengen entsprechen. Es enthalten z. B.

| | | |
|---|---|---|
| 1320 Pfd. Stroh . | 5,2 Pfd. Stickst. | 79 Pfd. Asche |
| 1000 » Korn . | 20 » » | 20 » » |
| | 25,2 Pfd. Stickst. | 99 Pfd. Asche. |
| 1160 Pfd. Stroh . | 4,6 Pfd. Stickst. | 69,6 Pfd. Asche |
| 1450 » Körner . | 29,00 » » | 29 » » |
| | 33,6 Pfd. Stickst. | 98,6 Pfd. Asche. |

In diesen beiden Fällen verhält sich bei gleicher Aschenmenge die geerntete Stickstoffmenge wie 3 : 4.

Eine Beziehung zwischen der Summe aller Mineralbestandtheile zusammengenommen und der Summe alles in der ganzen Pflanze geernteten Stickstoffs ist hiernach naturgemäß nicht möglich; man kann also daraus, daß die Aschenmenge gleich und der Ernte- und darin der Stickstoffertrag ungleich ist, nicht schließen, daß die Aufnahme des Stickstoffs bei dem Anbau der Cerealien im Großen quantitativ nicht bedingt sein könne durch die Gegenwart einer größeren oder geringeren Menge von feuerfesten mineralischen Nahrungsmitteln, weil bei einer Halmfrucht ein Schluß aus der Summe der Aschenbestandtheile auf die Stickstoffmenge der ganzen Pflanze und umgekehrt gar nicht zulässig ist oder gemacht werden kann.

Die Menge der Asche, die man vom Stroh und Korn erhält, sind nicht ganz constant, das Stroh von derselben

Weizenvarietät, auf verschiedenen Bodenarten gebaut, liefert zuweilen etwas über 6 Procent, manchmal etwas weniger als 6 Procent Asche. In gleicher Weise wechselt in gewissen engen Grenzen der Aschengehalt der Körner. Aber auch in der Stickstoffmenge des Strohs und Korns beobachtet man schwache Schwankungen über- und unterhalb einer gewissen Mittelzahl.

Den Einfluß der Aschenbestandtheile des Korns und Strohs auf deren Stickstoffgehalt ermitteln, heißt durch die Untersuchung festsetzen, in welchem Verhältnisse diese Schwankungen statthaben.

Es ist klar, daß wenn man gefunden hat, daß mit der steigenden Aschenmenge im Stroh auch dessen Stickstoffgehalt gesteigert ist, und ebenso beim Korn, wenn mit der Zunahme dessen Stickstoffgehaltes eine vergrößerte Aschenmenge parallel geht, und zwar nicht in einem, sondern in allen untersuchten Fällen, so ist ein nothwendiger Zusammenhang, ein Gesetz, zwischen beiden hergestellt und wir müssen alsdann annehmen, daß beide einander bedingen, d. h. in einem gewissen Verhältniß der Abhängigkeit zu einander stehen, daß also eine Zunahme im Stickstoffgehalte oder eine Aufnahme von Stickstoff in den Organismus der Pflanze nothwendig voraussetzt, daß die Aschenbestandtheile hierbei mitgewirkt haben, so zwar, daß ohne die Gegenwart der Mineralbestandtheile kein Stickstoff, oder beim Mangel derselben eine kleinere Menge Stickstoff im Verhältniß aufgenommen worden wäre.

Es ist einleuchtend, daß eine solche Gleichförmigkeit im Steigen und Fallen der Aschenmenge oder zweier oder dreier Bestandtheile der Asche mit dem Steigen und Fallen der Stickstoffmengen nur vorausgesetzt und, wenn sie besteht,

gefunden werden kann bei einer und derselben Pflanzenspielart.

Die z. B. in den Weizensamen vorkommenden Stickstoffverbindungen sind ihren Eigenschaften nach zwei, vielleicht drei verschiedene Substanzen, die bekannteste davon ist der sogenannte Kleber; dieser Stoff ist im Wasser nicht löslich; ein zweiter Bestandtheil ist das im Wasser lösliche Pflanzenalbumin und der dritte eine dem löslichen Käsestoff sehr ähnliche Substanz.

Das aus den Samen bereitete Mehl enthält, je nach verschiedenen Spielarten desselben, ungleiche Menge Kleber. Millon beschreibt (Comptes rendus, T. XXXVIII, p. 12) eine Weizensorte von Guyotville aus Algerien von sehr gutem Aussehen, von welcher das Mehl 11,5 Procent Stickstoff und keinen Kleber enthielt. Der ungleiche Klebergehalt zeigt sich schon in der Teigbildung; Weizenmehl, welches arm an Kleber ist, giebt einen minder zusammenhängenden Teig.

Es ist wahrscheinlich, daß Weizenmehl von zwei verschiedenen Weizensorten die nämliche Menge Stickstoff und doch ungleiche Mengen von gewissen Aschenbestandtheilen enthalten kann, wenn beide ungleiche Mengen der genannten Stickstoffverbindungen enthalten, von denen möglicherweise jede zu ihrer Bildung ihr eigenes Verhältniß an mineralischen Bestandtheilen bedarf.

In ihren vortrefflichen Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Getreidearten von H. Fehling und Faißt (Kunst- und Gewerbeblatt für Baiern 1852, S. 633), aus welcher sich ein bestimmtes Gesetz der Abhängigkeit zwischen dem Stickstoffgehalte der Getreidearten und ihrem Gehalte an phosphorsauren Salzen oder Phosphorsäure mit einer

der Gewißheit nahen Wahrscheinlichkeit folgern läßt, haben diese Chemiker gezeigt, daß, so genau als sich dies in Versuchen dieser Art nur erzielen läßt, dieselbe Spielart Weizen (Winterigelweizen), cultivirt in Hohenheim in zwei verschiedenen Jahren 1850 und 1851 in einem günstigen und ungünstigen, auf Feldern, wie die Ungleichheit der Jahre von selbst ergiebt, von ungleicher Beschaffenheit, die nämliche Mengen Aschenbestandtheile (beide 1,97 Procent) und darin die nämliche Menge Kieselsäure (beide 0,14), die nämliche Menge Phosphorsäure (7,1 und 7,2) und, wenn man die Fehlerquellen in der Stickstoffbestimmung im Auge behält, die gleichen Mengen an stickstoffhaltigen Materien (13,24 und 12,59) enthielten.

Vergleicht man damit den Aschengehalt von anderen Weizensorten die in anderen Gegenden von Deutschland, England, Frankreich cultivirt wurden, so beobachtet man sowohl in der Quantität der Asche wie in ihrer Zusammensetzung Abweichungen im Gehalt an Kieselsäure und Phosphorsäure; durch einen Gehalt an Kieselsäure wird die Aschenmenge in der Regel vergrößert, das relative Verhältniß der Phosphorsäure verkleinert, so daß es ganz unmöglich ist, aus dem Aschengehalt des Winterigelweizens von Hohenheim und aus ihrer Zusammensetzung den Aschengehalt einer anderen Weizensorte oder deren Zusammensetzung zu erschließen. Wenn demnach im Samen der Asche der letzteren sich 7 Procent Kieselsäure befinden, so folgt nicht daraus, daß die Samenasche irgend einer anderen Weizensorte ebenfalls 7 Procent Kieselsäure enthalte; es giebt Samenaschen von Weizensorten, in denen die Kieselsäure gänzlich fehlt.

Die verschiedenen Spielarten der Halmgewächse zeich-

nen sich nicht nur in der äußeren Gestalt von einander aus, in der verschiedenen Bestockung, in der Anzahl, Breite und Länge der Blätter, in der Höhe des Halms, sondern sehr wesentlich in dem Verhältniß des Strohs zum Korn.

Wir wissen nun, daß das Gewichtsverhältniß beider bei einer und derselben Spielart je nach dem Boden und der Witterung abweicht, und da nach diesem Verhältniß sich auch die Summe der Aschenbestandtheile der ganzen Pflanze ändert (weil dieselbe aus der Summe der Aschenbestandtheile der Samen und der des Strohs besteht), so ist es ganz unmöglich, aus der Zusammensetzung der Asche von Stroh und Korn zusammen, der einen Spielart, die relativen Gewichtsverhältnisse an Kieselsäure, Phosphorsäure, Alkalien u. s. w. in dem gleichen Gewichte der Asche der nämlichen Spielart zu erschließen, die auf einem anderen Boden und unter anderen äußeren Verhältnissen cultivirt worden ist.

Wenn der Begriff von unmöglich Grade hätte, so würde man sagen können, daß es noch weit unmöglicher ist, aus der Zusammensetzung der Asche des weißen Rispenhafers die Zusammensetzung der des braunen Rispenhafers, oder aus der Zusammensetzung der Asche irgend einer Winterweizenpflanze die Zusammensetzung der Asche der Winterigelweizen- oder der Talaveraweizenpflanze zu erschließen.

Diese Vorbedingungen zu einem richtigen Schluß über den Zusammenhang des Stickstoffgehaltes einer Halmfrucht mit ihrer Aschenmenge dürften Jedermann in den Stand setzen, die Versuche des Herrn Dr. E. Wolff zu beurtheilen, aus denen er gefolgert hat, daß zwischen beiden Factoren ihres Wachsthums ein directer Zusammenhang nicht bestehe. Er sagt:

»Der weiße Rispenhafer habe auf dem Heidfelde wie

auf dem Versuchsfelde in den entsprechenden Perioden der Vegetation eine fast völlig gleiche Menge der einzelnen mineralischen Bestandtheile enthalten und gleichwohl sei das Gewicht der trockenen vegetabilischen Substanz und mehr noch das des Stickstoffs ein sehr verschiedenes gewesen.«

Er bestimmte am 12. Juni, 3. Juli, 24. Juli und 18. August den Procentgehalt der Asche von 100 Halmen des auf dem Heidfelde und dem Versuchsfelde cultivirten weißen Rispenhafers. Beide Aschen wurden der Analyse unterworfen und folgende Zahlen erhalten.

| | 12. Juni. | | 18. August. | |
|---|---|---|---|---|
| | Heidfeld. | Versuchsfeld | Heidfeld. | Versuchsfeld |
| | in 100 Thln. der trockenen Pflanze. | | in 100 Thln. der trockenen Pflanze. | |
| Asche . . . . . | 8,01 | 11,03 | 6,25 | 7,91 |
| | 100 Thle. Asche. | | 100 Thle. Asche. | |
| Kieselsäure . . . | 26,6 | 24,7 | 61,2 | 64,5 |
| Phosphorsäure . . | 11,9 | 10,5 | 11,6 | 11,3 |
| Schwefelsäure . . . | 5,0 | 3,2 | 2,6 | 2,2 |
| Chlornatrium . . . | 6,2 | 1,1 | 1,5 | 0,8 |
| Kalk und Bittererde | 15,2 | 14,1 | 6,0 | 2,0 |
| Kali . . . . . . . | 12,2 | 37,2 | 16,5 | 19,2 |
| Natron . . . . . . | 22,9 | 9,2 | 0,6 | — |

Ein Blick auf diese Zahlen zeigt, daß eine größere Verschiedenheit in der Aschenmenge und in der Menge der einzelnen Bestandtheile derselben, bei einer und derselben Pflanzenvarietät, als wie sie Herr Dr. E. Wolff durch seine Analysen ermittelt hat, von Pflanzen in der nämlichen Vegetationszeit kaum vorausgesetzt werden kann.

1000 Thle. des trockenen Rispenhafers vom Heidfelde lieferten am 12. Juni 80 Thle. Asche, worin 21 Thle Kie-

felsäure und 28 Thle. Alkalien. 1000 Thle. des trockenen Rispenhafers vom Versuchsfelde von demselben Tage lieferten 110 Thle. Asche, worin 26 Thle. Kieselsäure und 51 Thle. Alkalien. Ganz ähnliche Unterschiede zeigten die Aschen des Rispenhafers in den Vegetationsperioden vom 3. Juli, 24. Juli und 18. August.

Es ist ganz unmöglich, mit diesen Zahlen die Behauptung des Herrn Dr. E. Wolff zu vereinigen, daß der weiße Rispenhafer auf diesen beiden Feldern in den entsprechenden Perioden der Vegetation eine fast völlig gleiche Menge der einzelnen mineralischen Bestandtheile enthalten habe!

Thatsache ist, daß diese Menge so ungleich wie möglich war.

Herr Dr. E. Wolff sagt ferner: »daß beide Felder einen sehr ungleichen Ertrag an vegetabilischer Substanz und namentlich an Stickstoff geliefert hatten.« Allein der Ertrag oder die Ernte von der Fläche einer würtembergischen Quadratruthe wurde nur von dem Versuchsfelde Nr. 68 und nicht von dem Heidfelde bestimmt, und es ist deshalb ganz unmöglich gewesen, zu sagen, daß beide einen ungleichen Ertrag geliefert hatten.

Der Unterschied in der Zusammensetzung der Asche des Rispenhafers vom Heidfeld und vom Versuchsfeld ist so groß, daß derselbe nur erklärbar ist, wenn man voraussetzt, daß beide nicht in den entsprechenden, sondern in verschiedenen Vegetationsperioden untersucht worden sind; es ist angegeben, daß beide an gleichem Tage von dem Felde genommen worden, ob aber beide an dem nämlichen Tage gesäet worden sind, darum scheint sich Herr Dr. Wolff nicht weiter bekümmert zu haben.

»Dasselbe Verhalten,« fährt Herr Dr. Wolff fort (näm-

lich eine fast völlig gleiche Menge der einzelnen mineralischen Bestandtheile, bei ungleichem Ertrag an vegetabilischer Substanz und mehr noch an Stickstoff), »bemerkt man hinsichtlich des braunen und weißen Rispenhafers, welche beide Hafersorten neben einander auf den Versuchsfeldern unter gleichen Boden- aber abweichenden Düngungsverhältnissen angebaut wurden.«

Die Führung des Beweises für die Wahrheit dieser Behauptung wird man um so merkwürdiger finden, da Herr Dr. Wolff die Analyse der Asche des weißen und braunen Rispenhafers S. 51 und 52 gar nicht gemacht hat, und ein Schluß auf eine ähnliche oder gleiche Zusammensetzung derselben deshalb nicht möglich gewesen ist. In folgender Weise bringt er aber dennoch ein vollkommen gleiches relatives Verhältniß heraus.

Auf S. 51 findet sich angegeben, wieviel die auf einem Morgen gewachsenen Rispenhaferpflanzen an Asche enthalten haben.

Am 15. Juni enthielten die Pflanzen 45,5 Pfund, am 5. Juli 137 Pfund, am 4. August 214 Pfund, am 27. August 284,4 Pfund Asche.

Anstatt nun die Analysen dieser Aschen zu machen, berechnete er die Zusammensetzung derselben, die Menge der einzelnen Bestandtheile und ihr relatives Verhältniß aus der Analyse der Rispenhaferasche von denselben Pflanzen, die er zu ganz anderen Vegetationszeiten dem Felde genommen hatte. Von den 45 Pfund Asche, die er am 15. Juni erhielt, nahm er an, daß sie ebensoviel Procente Kieselsäure und Phosphorsäure enthalten habe, als die Asche der Pflanze vom 12. Juni, und die Zusammensetzung der 284,2 Pfund Asche vom 27. August berechnete

er aus dem procentischen Gehalt der Asche vom 12. August (Seite 50)! Die Verschiedenheit der Asche vom 12. Juni und 15. Juni war aber augenscheinlich, wie sich aus folgender Zusammenstellung ergiebt.

Am 12. Juni lieferten 100 Gewichtstheile frischer Halme 21,67 Trockensubstanz und 2,38 Gewichtstheile Asche.

Die 45 Pfund Asche desselben Rispenhafers, von demselben Felde, war aber von Pflanzen erhalten, welche drei Tage später in 100 Gewichtstheilen nur 16,3 Gewichtstheile Trockensubstanz und nur 2,004 Gewichtstheile Asche enthalten hatten.

Beide Aschenbestimmungen, die vom 12. und 15. Juni, sind nicht vereinbar mit einander. Die Pflanze, welche am 12. Juni 21,6 trockene vegetabilische Substanz und 2,38 Proc. Asche enthalten hatte, konnte drei Tage später, am 15. Juni, nicht 5 Proc. Trockensubstanz und 0,38 Proc. Asche weniger liefern. Diese große Verschiedenheit läßt sich nur daraus erklären, daß Dr. Wolff am 12. Juni ausgewählte gleichartige Halme, und zwar mehr Halme als Blätter, und am 15. Juni mehr Blätter als Halme auf ihren Gehalt an Wasser, Trockensubstanz und Asche untersucht hat. Die Zusammensetzung der Blätter und Halme ist aber sehr ungleich. Nach der Untersuchung der Haferpflanze von Norton enthielten am 11. Juni 1000 Gewichtstheile Haferblätter 186, eine gleiche Menge Haferhalme nur 128 Gewichtstheile Asche, die erstere mithin 58 Gewichtstheile mehr; die Blätterasche enthielt 28 Procent, die Halmasche nur 14 Procent Kieselsäure.

Es ist hiernach ganz gewiß, daß die Asche des Rispenhafers vom 15. Juni eine ganz andere Zusammensetzung haben mußte, als die vom 12. Juni, und daß er aus der Analyse der letzteren den Gehalt der anderen an Kieselsäure,

Phosphorsäure nicht berechnen konnte. Noch weit weniger zulässig war es, die Verhältnisse der Bestandtheile der Haferasche vom 27. August aus der Analyse der Asche vom 18. August zu berechnen.

Die Zahlen, welche die Zusammensetzung der Asche des weißen Rispenhafers auf Seite 51 ausdrücken sollen, sind hiernach an sich falsch, aber noch weit mehr von der Wahrheit entfernen sich Dr. Wolff's Angaben über die Zusammensetzung der Asche des braunen Rispenhafers, denn er hat die Analyse der Asche dieser Haferart nicht einmal qualitativ gemacht, sondern aus der Zusammensetzung der Asche des weißen Rispenhafers berechnet! Er durfte dies um so weniger thun, da ihm aus dem Verhältniß der Ernte an Korn und Stroh bekannt sein konnte, daß eine mögliche Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der Aschen beider Pflanzen nicht einmal denkbar war, denn der weiße Rispenhafer lieferte in der Ernte auf 132 Gewichtstheile Stroh 100 Gewichtstheile Korn (1 : 1,32), der braune Rispenhafer hingegen auf 116 Gewichtstheile Stroh 116 Gewichtstheile Korn (1 : 1). Die Asche des weißen Rispenhafers enthielt demnach ein Mehrgewicht an Strohasche, der braune ein Mehrgewicht an Samenasche. Die Behauptung des Herrn Dr. Wolff, daß auch diese beiden Pflanzenaschen eine fast völlig gleiche Menge der einzelnen mineralischen Bestandtheile, bei ungleichem Ertrag an Stickstoff, enthalten hatten, stützt sich hiernach einzig und allein auf fingirte Analysen, deren Uebereinstimmung durch eine willkürliche Berechnung gemacht ist, sie beruht nicht auf Thatsachen und ist nicht auf dem Wege des Experimentes gefunden, wie er die Leser seiner Schrift glauben machen will.

»In den beiden hier untersuchten Sorten von Winterweizen,« sagt Dr. Wolff S. 58, »habe dagegen mit der vermehrten Bildung der vegetabilischen Substanz und mit Steigerung des Stickstoffgehaltes auch eine erhöhte Aufnahme von mineralischen Bodenbestandtheilen stattgefunden.«

Aber die sechs Analysen der Asche der beiden auf den Versuchsfeldern Nr. 9 und Nr. 2 erzielten Weizensorten (Seite 52), des Winterigelweizens und des Talavera-Winterweizens sind ebenfalls erdichtet; die Zahlen sind von ihm nicht gefunden, sondern aus der Zusammensetzung der Asche eines Winterweizens von einem ganz anderen Felde (dem Meiereifelde, Schlag VI), geerntet in ganz anderen Vegetationsgrenzen berechnet worden!!

Aus der Gleichheit der Summe der Aschenmenge des Winterigelweizens von dem Versuchsfelde mit der des auf dem Meiereifelde gewachsenen Weizens konnte er ebensowenig auf eine identische Zusammensetzung schließen, als sich aus der Gleichheit zweier Geldsummen erschließen läßt, daß sie aus einer gleichen Anzahl von ganzen, drittel, sechstel Thaler-, Groschen- oder Pfennig-Stücken bestehen.

Mit demselben Rechte hätte Herr Dr. E. Wolff die Analysen irgend einer in Sachsen, Amerika, Frankreich oder England cultivirten Weizensorte zur Grundlage der Berechnung der Zusammensetzung der von ihm dargestellten Weizenaschen wählen können.

Ich habe Seite 106 und 107 auseinandergesetzt, warum zwischen der Summe der Aschen von Stroh und Korn zusammen und der Stickstoffmenge eines Halmgewächses keine Beziehungen ermittelbar sind, und es lassen deshalb die Bestimmungen der Aschen- und Stickstoffmenge der verschiedenen Halmgewächse und Erbsen, welche Dr. Wolff

S. 43 bis S. 50 seiner Schrift angegeben hat, keine Art von Folgerungen zu.

Da nun Dr. Wolff in diesen Zahlenverhältnissen einen directen Zusammenhang zwischen dem Aschen- und dem Stickstoffgehalte nicht erkennen konnte, so zog er daraus den Schluß, daß ein solcher Zusammenhang überhaupt nicht bestehe. Richtiger ausgedrückt, würde er vielleicht haben sagen können, daß er einen solchen Zusammenhang nicht aufgefunden habe; der Wahrheit gemäß hat er denselben weder aufgesucht, noch aufgefunden, es war ihm vielmehr darum zu thun, auf einem indirecten Wege einen zweiten directen Schluß damit zu beweisen, daß nämlich die Aufnahme des Stickstoffs in directem Zusammenhange stehe mit der Menge und Beschaffenheit der im Boden enthaltenen Stickstoffverbindungen (S. 58).

Was diesen Schluß betrifft, so gehört derselbe zu den kühnsten Erdichtungen des Herrn Dr. Wolff, denn die Beschaffenheit des Bodens, die Natur und Menge der darin enthaltenen Stickstoffverbindungen war ihm völlig unbekannt; er hatte denselben weder mit bekannten Mengen von Ammoniak oder Stickstoffverbindungen gedüngt, noch hat er irgend einen Versuch zur Bestimmung des darin enthaltenen Stickstoffs angestellt.

Wie ist es aber möglich, so kann man unter diesen Umständen fragen, zu dem Schlusse zu kommen, daß die Erträge an Stickstoff in den auf den Versuchsfeldern Nr. 68 und Nr. 64 geernteten Haferpflanzen (des weißen und braunen Rispenhafers), welche sich zu einander verhalten wie 64 zu 40 oder wie 3 zu 2, in directer Beziehung zu der Stickstoffmenge der beiden Felder standen?

Erst muß man doch, so sollte man denken, das Verhält-

niß der Stickstoffnahrung im Boden kennen, ehe man überhaupt wissen kann, ob der Stickstoffertrag in der Ernte in irgend einer directen Beziehung dazu gestanden habe. Es ist denn doch möglich, daß das Feld Nr. 68, welches den Stickstoffertrag = 2 geliefert hat, weit mehr Stickstoffnahrung enthalten hat als das andere Feld Nr. 64, auf welchem der Stickstoffertrag = 3 geerntet wurde, denn wenn auf dem ersteren an Phosphorsäure oder an sonst einem anderen Mineralbestandtheile Mangel war, so ist es doch nicht wohl denkbar, daß sich ebensoviel Korn und Stroh wie auf dem anderen darauf hat erzeugen können, wenn derselbe reicher an diesen für das Korn und Stroh unentbehrlichen Bestandtheilen gewesen ist, da man weiß, daß der Stickstoff diesen Mangel nicht ersetzen kann?

Alles dies sind für Herrn Wolff keine Schwierigkeiten, denn seine Theorie, welche an sich wahr ist und keinen Widerspruch duldet, hilft darüber hinweg.

Die Theorie will, daß es an keinem der anderen Nahrungsstoffe im Boden jemals fehlt, oder daß daran ein Mangel ist; der ungleiche Ertrag hängt immer ab von der ungleichen Zufuhr an Stickstoff.

Da nun die Felder Nr. 68 und 64 einen ungleichen Ertrag an Stickstoff in der Ernte lieferten im Verhältniß wie 2:3, so versteht es sich nach ihm von selbst, daß auch der Boden ein ähnliches Verhältniß an Stickstoffnahrung enthalten mußte

Die Beweisführung ist demnach ausnehmend einfach.

Das Ertragsverhältniß an Stickstoff, dessen Grund aufzusuchen war, wird als Beweis dafür angesehen, daß der Stickstoff vom Boden geliefert worden sei. Daraus, daß die beiden Felder Stickstoffnahrung im Verhältniß von 2 : 3 enthalten haben, werden die ungleichen Erträge erklärt, und

dieselben ungleichen Ertrage werden als Beweise betrachtet, daß die beiden Felder Stickstoff im Verhältniß wie 2 : 3 enthalten hätten!

Es würde mich viel zu weit führen, wenn ich in dieser Weise fortfahren wollte, die Versuche von Dr. E. Wolff, die er in der erwähnten kleinen Schrift, so wie in dem zweiten Hefte der Zeitschrift für deutsche Landwirthe S. 33 und früher veröffentlicht hat, einer näheren Analyse zu unterwerfen; das Vorstehende dürfte genügen, um die Unverbesserlichkeit eines von einer falschen Ansicht beherrschten Geistes darzuthun.

Es war Herrn Dr. Wolff mehr darum zu thun, Beweise für seine Ansichten aufzufinden, als die Beziehungen der Bodenbestandtheile zu dem Stickstoffgehalte der Halmgewächse wirklich auszumitteln, denn in letzterer Beziehung that er das gerade Gegentheil von dem, was er hätte thun müssen, um seinen Versuchen irgend eine Beweiskraft zu verleihen. Die Leichtfertigkeit seiner Untersuchungen ist ebenso groß, als die Sicherheit, mit welcher er Schlüsse daraus gezogen hat.

Ich habe Herrn Dr. Wolff in meinen »Grundsätzen« auf das eindringlichste ermahnt, in der Beurtheilung von Thatsachen den Maßstab der Wissenschaft nie aus den Augen zu verlieren und allen Schein zu vermeiden, es ist aber alles vergeblich gewesen. In seiner neuesten Schrift hat er den Beweis niedergelegt, daß es in allen diesen Dingen mehr oder ebensoviel auf das Nachdenken, als auf Zahlenresultate und Analysen ankommt.

Ich bin völlig überzeugt, daß Herr Dr. E. Wolff nicht daran gedacht hat, in seinen Folgerungen und Schlüssen mit Absicht die Wahrheit zu umgehen; die Unbefangenheit, mit

der er die unwahrscheinlichsten Dinge mittheilt, dürfte wohl als Beweis für seinen guten Glauben in dieser Hinsicht angesehen werden können. In der Asche des weißen Rispenhafers vom Heidfeld findet er z. B. am 12. Juni 22,9 Procent Natron, am 3. Juli 4,8 Procent und am 18. August nur etwas über 1/2 Procent Natron.

In der Asche des weißen Rispenhafers vom Versuchsfelde findet er am 5. Juli 20 Pfund Kalk, am 27. August nur 5,7 Pfund Kalk.

In der Asche des Talavera-Weizens findet er am 4. August 57 Pfund, am 27. August nur 34 Pfund Kali.

Am 4. August (S. 54) findet er in der Ernte des weißen Rispenhafers auf einem preußischen Morgen 41 Pfund Stickstoff, 214 Pfund Asche und 2715 Pfund trockene Pflanzensubstanz, am 27. August hingegen nur 39 Pfund Stickstoff, 284 Pfund Asche und 3585 Pfund trockene Pflanzensubstanz.

Nach der letzteren Angabe sind den Pflanzen in 23 Tagen zugeflossen, aus dem Boden allein 70 Pfund Aschenbestandtheile, aus Luft und Boden 8 3/4 Centner trockene Pflanzensubstanz, und in diesen enormen Mengen von Boden- und Luftbestandtheilen nicht allein keine Stickstoffverbindung, sondern von den bereits in der Pflanze aufgenommenen und ohne Zweifel assimilirten 41 Pfund Stickstoff sind nach ihm 1 1/2 Pfund auf eine unbegreifliche Weise wieder ausgetreten und verschwunden! In den beiden anderen Fällen fand er, daß von 20 Pfund Kalk vierzehn Pfunde, und von 57 Pfund Kali dreiundzwanzig Pfunde Kali aus der Pflanze irgend wohin sich vom 14. bis zum 27. August verloren haben.

Das Auffallendste in diesen Angaben ist, daß Dr. E. Wolff keinen Augenblick auch nur entfernt auf den Gedan-

ken kam und sich gefragt hat, ob er denn nicht vielleicht an diesen unbegreiflichen und höchst unwahrscheinlichen Ergebnissen selbst Schuld gewesen sein könnte. Es ist dies ein ganz eigenthümlicher Charakterzug aller Anhänger der sogenannten Stickstofftheorie, daß sie selbst das Unmögliche für wahr, und das Wahrscheinlichste, z. B. daß sie eine fehlerhafte Methode der Analyse wählen und einen Irrthum in der Analyse begehen könnten, für ganz unmöglich halten; ihre Fehler halten sie für Naturgesetze; es mangelt ihnen in der Hauptsache an der richtigen Methode um die Wahrheit zu finden, welche darin besteht, daß man mehr an die Natur als an sich selbst glauben darf, und daß man die Beweise, die man sucht, nicht für, sondern gegen seine eigenen Gedanken richten muß; nur diejenigen Thatsachen, die gegen unsere Ansichten sprechen, sind werth untersucht zu werden, die anderen fallen uns von selbst zu.

Mit Herrn Dr. Wolff zeichnet sich unter den Agriculturchemikern in seinem Eifer für die Verbreitung der sogenannten Stickstofftheorie mein geehrter Freund Dr. A. Stöckhardt in Tharand aus, welcher sich, wie wohl bekannt ist, in Beziehung auf die Anwendung chemischer Lehren in der Landwirthschaft die größten Verdienste erworben hat. Ich bin der Meinung, daß der Weg, den er in Hinsicht auf die genannte Theorie in der neueren Zeit betreten hat, ein Irrweg ist, und ich hoffe, daß er mir verzeihen wird, wenn ich ihn darauf aufmerksam mache, daß ihn das Irrlicht der Stickstofftheorie einem Abgrunde zuführt, welcher seine nützliche Thätigkeit und seine ganze Zeit und Kraft zu verschlingen droht.

Da die sogenannte Stickstofftheorie, wie man jetzt vielleicht einsieht, auf einer Verkennung des eigentlichen Kerns

der praktischen Landwirthschaft beruht, so mußte es sich nothwendig zutragen, daß die Erfahrungen in der Praxis der Erklärung, daß der Stickstoff alles mache, direct widersprechen.

Die sehr ungleichen Erträge, hervorgebracht durch verschiedenartige Düngmittel von gleichem Stickstoffgehalte, machten den Aposteln der Stickstofftheorie wenig Schwierigkeiten; sie erfanden für diese verschiedene Grade von Verdaulichkeit und stellten die Landwirthe zufrieden damit.

Warum aber der Guano im nördlichen Deutschland, in Mecklenbürg und Pommern &c. nicht, oder nicht befriedigend wirke, was Landwirthe behaupteten, dies war denn doch einer besonderen Untersuchung würdig, womit sich Dr. A. Stöckhardt (Chem. Ackersmann 1856, Nr. 2, S. 110), beschäftigte. Es schien ganz befremdend, daß die Praxis sich herausnahm, der Theorie zu widersprechen.

»Als Chemiker mußte es mir vielmehr unbegreiflich und unwahrscheinlich erscheinen, daß dieselben Bestandtheile, welche dem Stalldünger seine Wirksamkeit als Dünger ertheilen, in einer zur Aufsaugung nach passenderen Form, wie wir sie im Guano haben, in denselben Gegenden, wo der Stalldünger wirkt, nicht auch wirken sollte.« (Stöckhardt a. a. O.)

Unter denselben Bestandtheilen, meint Dr. Stöckhardt hier nur den Stickstoff, denn daß ihm der große Unterschied des Guano (der Excremente von Fisch- oder Fleischfressern), und des Stallmistes (Excremente von Pflanzenfressern und organische Ueberreste) in Beziehung auf ihre anderen Bestandtheile wohl bekannt ist, bedarf keiner Bemerkung.

Nach einigen vereinzelten Bemerkungen über Clima und Boden und über den Erfolg der Guanodüngung in Neumark, in Bentfeld in Holstein, in Backhorst und Großnordsee, und über schlechte Guanosorten, kommt Dr. A. Stöckhardt zu folgendem Schluß:

Frage. Warum wirkt also der Guano im nördlichen Deutschland nicht? Antwort. Es fragte einmal einer den Plutarch, warum die Füllen, welche vom Wolfe gehetzt werden, bessere Läufer werden als die übrigen? »Deshalb,« war die Antwort des Philosophen, »weil es vielleicht nicht wahr ist!« »Ich möchte,« sagt Dr. Stöckhardt, »diese Antwort auf die vorstehende Frage für völlig zutreffend erachten.«

Ich für meinen Theil finde diese Antwort nichts weniger als zutreffend und glaube auch nicht, daß die mecklenburgischen Landwirthe, auf deren Feldern der Guano nicht wirkt oder doch die gleich günstige Wirkung nicht hat, diese Erklärung als eine gründlich wissenschaftliche Untersuchung ansehen und ihm dafür Dank wissen werden.

»10 bis 12 Pfund Urin von gutgenährtem Rindvieh enthalten soviel Stickstoff, als 1 Pfund peruvianischen Guano, und sollten demnach ebensoviel in ihrer ersten treibenden Wirkung leisten, als 1 Pfund des letzteren, so habe »ich mich mündlich und schriftlich öfters ausgesprochen (Stöckhardt a. a. S. 100).«

»Diese Behauptung hat,« fährt Dr. Stöckhardt fort, »auf Jauche übertragen, meist lebhaften Widerspruch Seitens der Praxis gefunden (S. 100).«

Durch eine chemische Untersuchung des Rindviehharns und der Jauche, suchte Dr. Stöckhardt die Ursache der

ungleichen Wirkung des Harns und der Jauche zu erforschen und er beantwortet die Frage auf folgende Weise:

Frage. Warum mögen nun nicht 10 oder 12 Pfund, sondern vielleicht erst 300 bis 400 Pfund Jauche soviel treibende Kraft ausüben, als 1 Pfund Guano?

Antwort. Weil die Jauche kaum etwas anderes als homöopathisch verdünnter Urin sein mag!

Der praktische Landwirth vermuthet ohne Zweifel, daß die Meinung des Dr. Stöckhardt auf einer unverwerflichen Thatsache fußt, daß er also vor dem Ausspruch derselben durch eine Reihe von Versuchen das Verhältniß der Wirkung des Urins, des Guano und der Jauche ermittelt und gefunden hat, daß 10 bis 12 Pfund Rindviehharn auf gleicher Fläche Land ebensoviel Korn und Stroh, oder welche Culturfrucht es sonst sein mag, hervorbringen als 1 Pfund Guano, und daß man dieselbe Wirkung erst erhält von 300 bis 400 Pfund Jauche; daß 10 bis 12 Pfund Urin soviel Stickstoff wirklich enthielten wie 1 Pfund Guano, und daß die Stickstoffmenge der Jauche genau der Stickstoffmenge im Harn und Guano entsprach. Alles dies vorausgesetzt, wird man die Untersuchung Dr. Stöckhardt's für ganz entscheidend halten, deren Resultat sich etwa folgendermaßen ausdrücken ließe: Die Wirkung des Guano, des Urins und der Jauche steht in geradem Verhältnisse zu ihrem Stickstoff-, und beim Urin und der Jauche im umgekehrten zu ihrem Wasser-Gehalt! Ein solcher Schluß wäre der Untersuchung schon werth gewesen.

Aber alle die eben berührten Voraussetzungen bestehen nicht. Herr Dr. Stöckhardt weiß nicht das Geringste über die Wirkung des Rindviehharns im Vergleich mit der

des Guanos, er hat keinen einzigen Versuch gemacht, um zu erfahren, ob der Rindviehharn, welcher keine oder nur Spuren von Phosphorsäure enthält, dieselbe Wirkung hat wie Guano, welcher reich an phosphorsauren Salzen ist, und wieviel Rindviehharn die Wirkung hat von 1 Pfunde Guano. Herr Dr. Stöckhardt hat ebensowenig Versuche angestellt über die Wirkung der Jauche, er hat nicht ermittelt, welche Quantität Jauche die Wirkung hat von 1 Pfunde Guano, noch hat er dargethan, daß 300 bis 400 Pfund Jauche soviel wirken wie 10 bis 12 Pfund Harn, und daß diese 300 bis 400 Pfund Jauche ebensoviel Stickstoff wie 1 Pfund Guano oder 10 bis 12 Pfund Rindviehharn enthalten!

Diese für die praktische Landwirthschaft allein wichtigen Fragen sind in der Untersuchung nicht berührt.

Was der Landwirth erfahren hat, ist: daß Jauche mit Wasser verdünnter Harn ist. Dieses Resultat war aber alle diese Analysen nicht werth. Der Landwirth wußte es vor dem Chemiker und besser wie dieser, denn er ließ das Wasser hineinregnen oder setzte es zu.

Wenn der Landwirth im Widerspruch mit der Theorie behauptet, der Guano wirke stärker als die Jauche, so ist es wohl einleuchtend, daß er damit nicht meint, daß irgend eine Quantität Jauche schwächer wirke als eine gewisse Quantität Guano, sondern daß der Guano überhaupt anders wirke; Herr Dr. Stöckhardt bezieht den Widerspruch auf die Quantität und empfiehlt mehr Jauche zu nehmen, von deren Wirkung er selbst nichts weiß. Mit einem Spielzeug, genannt »Jauchenwage«, ist dem praktischen Landwirth sehr wenig geholfen.

Stöckhardt's »chemische Lebensbeschreibung der Haferpflanze« (Chemischer Ackersmann 1855 Nr. 2, 117 und Nr. 3, 129 u. f.) ist ein wahrer Mißbrauch der

Elementar-Analyse. Er versucht in dieser Abhandlung die Wirkung verschiedener Düngmittel, des Guano, Knochenmehls und Chilisalpeters, deren Stickstoffgehalt er für diesen besonderen Fall nicht ermittelt hat und kennt, durch den Ertrag an Stickstoff zu messen, der in den Wurzeln, dem Halm und Rispen durch die Elementaranalyse, mit dem unvollkommensten und unzuverlässigsten Maßstab, den es giebt, ermittelt worden ist. Es genügt, wie ich glaube, hier zu erwähnen, daß er von der Idee ausgegangen ist, »in den angewendeten Düngmitteln (dem Guano, Knochenmehl und Chilisalpeter) sei der Stickstoff der einzige gemeinsame Bestandtheil, der hier in Betracht komme; ihm sei die hier erzielte Vermehrung des Pflanzenwachsthums zuzuschreiben.« (S. 136 a. a. O.)

Nach allem, was ich in dem Vorhergehenden über die sogenannte Stickstofftheorie gesagt habe, wäre es zwecklos in diese Untersuchung näher einzugehen: möchte mein Freund Stöckhardt in den Arbeiten Anderer, z. B. in der Abhandlung von Dr. A. Müller (Zeitschrift für deutsche Landwirthe 1855. S. 168) sehen, welchen Gefahren und Mißdeutungen er auf dem betretenen Wege entgegengeht, und zu welchen Mißbräuchen die Nachahmung führt.

Der agriculturchemische Inhalt dieser Abhandlung beruht auf einer Reihe simulirter Analysen und darnach berechneten Uebersichten; die Schlußfolgerung ist ohne alle Tragweite und sie ist im Ganzen als Parodie der modernen agriculturchemischen Arbeiten, wofür ich sie halte, ganz unübertrefflich *).

*) Dr. Müller giebt an, der von ihm angewendete Guano habe in 100 Thln. verbrennlicher Substanz eine Quantität Stickstoff enthalten, welche 30 Thln. Ammoniak entsprechen, mehr also, wie das neutrale

Die große Mehrzahl der agriculturchemischen Untersuchungen und Arbeiten, welche in den verflossenen zehn Jahren von den Agriculturchemikern unternommen worden sind, besitzen die gemeinschaftliche Eigenthümlichkeit, daß keine davon ein wissenschaftliches Ergebniß geliefert hat, welches der praktischen Landwirthschaft thatsächlich Nutzen brachte; keine ihrer zahlreichen Analysen hat den Landwirthen irgend einen Aufschluß oder Belehrung gegeben, den diese ohne alle Agriculturchemie und ohne alle Analysen nicht eben so gut sich hätten verschaffen können *).

Von den großen Hoffnungen, welche die Chemie erweckte, ist in den Gemüthern der Landwirthe nur die Ueberzeugung, wiewohl unbestimmt und unklar, befestigt worden, daß die Chemie zum Fortschritt nöthig, vielleicht unentbehrlich sei.

Der nächste Grund dieses beklagenswerthen Zustandes ist darin zu suchen, daß die Männer, welche von Anfang an die Vermittelung der Wissenschaft mit der Praxis auf sich nahmen, weder das richtige Verständniß der wissenschaftlichen Grundsätze, noch eine genaue Bekanntschaft mit der Praxis und ihren Bedürfnissen sich erworben hatten; sie überredeten sich, den irrigen und falschen Vorstellungen mancher empirischen Landwirthe, welche die Wissenschaft als

---

oxalsaure Ammoniak und das schwefelsaure Ammoniak enthält (in 23,8 verbrennlicher Substanz 11 Thle. Stickstoff). In dem ausgeleimten Knochenmehl nimmt er den Glühverlust als Knorpel an, und berechnet daraus 4,6 Proc. Stickstoff!

*) Es gewährt mir keine geringe Befriedigung, bei dieser Gelegenheit anzuerkennen, daß von allen den jungen Männern, zu deren Ausbildung in der Chemie ich glücklich genug war etwas beizutragen, und welche ihre Kräfte und Kenntnisse der Landwirthschaft zugewendet haben, kein Einziger zu den Anhängern der sogenannten Stickstofftheorie gehört.

solche geringschätzten, nicht schroff entgegentreten zu dürfen, und daß diese nur durch Anschmiegen an ihre Vorurtheile für die Wissenschaft gewonnen werden konnten, und handelten darnach, nicht im Bewußtsein ihrer Stärke und Kraft, sondern im Gefühl ihrer Schwäche; wären sie im Stande gewesen, für den Irrthum die Wahrheit, für das leere Wissen das rechte Wissen, das ist durch Gründe wissen, für die Vorurtheile thatsächliche erfolgreiche Berichtigungen diesen Landwirthen zu bieten, wie rasch und schnell hätten sie auch den Widerstrebendsten gewonnen; so aber war in den meisten Fällen der gesunde Menschenverstand, die Logik, auf der Seite der Empiriker, die sie so sehr unterschätzten, und sie verzichteten auf den Beifall und die Unterstützung des besten Theils der unterrichteten Landwirthe, die sich dem Fortschritte von Anfang an nicht verschlossen und welche zuletzt das müssige, eitle und zwecklose Breitmachen mit chemischen Analysen und Zahlenresultaten verachten mußten.

Die Aufgabe der Agriculturchemie war, der grundsatzlosen Praxis die Umwege zu ersparen und die Länge der Erfahrung abzukürzen, und nicht die Wege mit unnützen Zahlen zu pflastern und breiter zu machen und so konnte durch sie das eigentliche Ziel der Wissenschaft, die selbstbewußte Herrschaft des Landwirths über seine Felder nicht erreicht werden.

Die Erfahrungen der praktischen Landwirthschaft sind und müssen das Erz bleiben, aus welchen die Wissenschaft das edle Metall von dem tauben Gestein zu scheiden hat, aber es war ein Grundfehler, den Ansichten der Empiriker, ohne weitere Prüfung, ein Anrecht auf die Lehre einzuräumen und diesen und nicht den Naturgesetzen die naturgemäße Leitung zu gestatten.

Sechszehn Jahre ist aber eine kurze Zeit für den Uebergang dunkler Meinungen zu klareren Ansichten und deren richtigen Anwendung; und wenn der Charakter aller Uebergangsperioden ein Streit entgegengesetzter Ansichten ist, so wird sich die Wahrheit der Stickstofftheorie in der Vertheidigung erproben müssen.

Die richtige Lehre wird sichtbar sein an ihrem Zuwachs, denn, was in der Natur begründet ist, wächst und mehrt sich, weil es Wurzeln hat; was nur auf Meinungen beruht, verändert sich bloß; an ihren segensreichen Früchten wollen wir sie erkennen.

---

# Anhang.

In seiner Untersuchung über »den Einfluß der Mineralsalze auf die Entwickelung der vegetabilischen Substanz« (Erdm. Journal für praktische Chemie, LI, S. 1 bis 82), düngte Dr. E. Wolff drei Beete von einer Quadratruthe Fläche mit steigenden Mengen salpetersaurem Kali, zwei davon wurden im Jahre 1849 mit Hafer und Gerste und im Jahre 1850 mit Roggen und Weizen bestellt; in letzterem Jahre empfing das Feld keinen Salpeter; die Erträge waren per Hectare berechnet folgende:

| | Menge des Salpeters in Kilogr. | Mehrertrag von Stroh 1849. | Ertrag an Weizen und Roggen 1850. |
|---|---|---|---|
| 10) | 288 | 1180 | + 150 |
| 11) | 576 | 1550 | — 1416 |
| 12) | 1152 | 4890 | — 2151 |
| 14) | 2304 | 9966 | + 4023 |
| 15) | 3780 | 6270 | + 2467 |

Der enorme Ausfall in der Ernte des Jahres 1850, nach dem vorangegangenen Mehrertrag im Jahre 1849 entsprach durchaus nicht der Theorie; Herr Dr. Wolff äußert sich hierüber folgendermaßen:

»Die Verminderung der Ernte im Jahre 1850 auf den

Beeten Nr. 2 und 3 scheint größtentheils durch äußere Verhältnisse verursacht worden zu sein, indem es durchaus nicht glaublich erscheint, daß eine so bedeutende Menge Salpeter, wie hier zur Anwendung gekommen war, sei es auch nur durch die Gegenwart von Kali, nicht auch in diesem Jahre eine günstige Wirkung hätte äußern sollen.«

Herr Dr. E. Wolff meint deshalb, »es sei nur auf die im Jahre 1849 erlangten (günstigen) Resultate Rücksicht zu nehmen, indem bei der Cultur der Winterhalmfrucht überhaupt in diesen Versuchen des Jahres 1850 die Resultate nicht überall einfach und unter sich übereinstimmend gefunden werden.«

Herr Dr. Wolff hatte gleichzeitig eine Reihe von Versuchen mit denselben Pflanzen angestellt auf Beeten desselben Versuchsfeldes, die mit kohlensaurem Kali gedüngt worden waren, welches auf die Entwickelung des Strohs der Hafer- und Gerstenpflanzen im Jahre 1849 eine ausgezeichnete, und eine günstige Wirkung im Jahre 1850 auf die Roggen- und Weizenpflanzen ausgeübt hatte.

Indem er durch die Rechnung auszumitteln suchte, wieviel wohl von der Wirkung des Salpeters auf Rechnung des darin enthaltenen Kali kommen möchte, kam er zu folgendem Ergebnisse:

»Die auf die vorher angegebenen Voraussetzungen basirten Rechnungen haben für die Wirkung des in dem Salpeter enthaltenen Stickstoffs sehr niedrige Zahlen geliefert; in den Versuchen 10 und 11 ist diese Wirkung fast verschwindend *)«.

---

*) Herr Dr. Wolff erklärt dies daraus, »daß der Boden ohne Zweifel eine große Menge assimilirbaren Stickstoffs bereits enthielt, also für die Prüfung der Wirkung stickstoffhaltige Düngmittel durchaus nicht

»In den Versuchen 10 und 11 ist ersichtlich die ganze Menge des aus dem Salpeter freigewordenen Stickstoffs oder Ammoniaks bis auf eine ganz unbedeutende Quantität verloren gegangen, während in dem günstigsten Versuch Nr. 14 doch auf Rechnung von 100 Kilogr. Stickstoff nur 2000 Kilogr. Stroh und mit 2000 Kilogr. Körner etwa 4000 Kilogr. vegetabilischer Substanz kommen; es werden also, wenn auch die ganze Menge des assimilirten Stickstoffs aus dem Salpeter herrührt, dennoch von 100 Kilogr. 60 Kilogr. unbenutzt als Ammoniak sich verflüchtigt haben.«

Die Vergleichung der Mehrerträge der anderen mit kohlensaurem Kali und Salpeter gedüngten Stücke fiel nicht minder ungünstig in Beziehung auf die Wirkung seines Stickstoffgehaltes aus, und Dr. Wolff schließt diese Versuche mit folgender merkwürdiger Betrachtung:

»Diese unter verschiedenen Verhältnissen anhaltende Regelmäßigkeit der in Rede stehenden Erscheinung rechtfertigt die Idee von einer durch äußere Umstände veranlaßten Zufälligkeit durchaus nicht, und es möchte vielmehr aus dem erlangten Resultate mit ziemlicher Sicher-

---

geeignet war, die in einem ausgetragenen Acker jedenfalls einen überaus günstigen Erfolg gezeigt hatten;« im Eingange der Beschreibung seiner Versuche mit Salpeter sagt er, »die überaus günstige Wirkung des Salpeters ist durch so vielfache Erfahrung und Beobachtung bekannt, daß die Bestätigung dieser Erfahrungen durch die vorliegenden Versuche durchaus nichts Unerwartetes darbietet. Wir sahen im ersten Jahre der Anwendung dieses Düngstoffes in der Cultur der Gerste im Verhältniß zur aufgebrachten Quantität die Entwickelung der vegetabilischen Substanz ganz außerordentlich zunehmen 2c. 2c.«

Im ersten Jahre hatte der Reichthum an Stickstoffverbindungen im Boden offenbar keinen nachtheiligen Einfluß auf die so überaus günstige Wirkung des Salpeters; im zweiten Jahre hingegen war der Boden zu reich an Stickstoffverbindungen, als daß man eine Wirkung von dem Stickstoffgehalt des Salpeters hätte erwarten dürfen!!

heit hervorgehen, daß bei schon reicher Kraft und Fruchtbarkeit des Bodens der Salpeter nicht allein seinen eigenen Stickstoff größtentheils ohne Nutzen für die Vegetation in der Form von Ammoniak entwickelt, sondern daß das letztere in dem Momente seiner Freiwerdung und Verflüchtigung, auch von dem schon früher im Boden enthaltenen assimilirbaren Stickstoff eine, je nach den Umständen verschiedene, aber oft keineswegs unbeträchtliche Menge mit sich fortreißt und für die Vegetation des nachfolgenden Jahres verloren macht.«

Hiernach stellt sich Dr. Wolff den Einfluß des Salpeters auf die Verminderung der Erträge in dem folgenden Jahre, das Fortreißen des Ammoniaks im Boden durch das Ammoniak, welches sich aus der Salpetersäure bilden soll, etwa vor, wie das Fortrennen einer Herde Schafe, wenn eine andere in Schrecken gesetzte Herde unter sie einspringt!